ALMA MATER STUDIORUM - Università di Bologna

FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di Laurea in Ingegneria Civile

DISTART

Sicurezza Stradale dei motociclisti

TESI DI LAUREA
in
TECNICA DEI LAVORI STRADALI, FERROVIARI ED AEROPORTUALI

Candidato

Paolo Montecchiesi

Relatore

Chiar.mo prof. Andrea Simone

Sessione III

Anno Accademico 2006/2007

LA SCARPA DI LUCA

NON PERDERTI PER STRADA

NON GUIDARE SE HAI BEVUTO

Ogni settimana, nella provincia di Bologna, 105 incidenti stradali.

PROVINCIA DI BOLOGNA
PIANO PER LA SICUREZZA STRADALE
L'ORSACCHIOTTO DI FEDERICO
NON PERDERTI PER STRADA
RISPETTA I LIMITI DI VELOCITÀ
Ogni mese, nella provincia di Bologna, 8 morti e 577 feriti.

Parole chiave:

Motociclisti – Motocicli
Sicurezza Stradale
Progettazione
Incidenti
LCA

SOMMARIO

1 INTRODUZIONE

Lo studio del presente lavoro si rivolge agli interventi sulle infrastrutture al fine di migliorare la sicurezza dei veicoli a motore a due ruote.
Oggi risulta impellente e imprescindibile una progettazione efficiente e sicura che miri a salvaguardare l'utenza dei motocicli, poiché l'evoluzione del traffico sulle strade, soprattutto nelle grandi aree urbane, é un fenomeno in crescita e tale risulta il numero dei motociclisti, dal momento che al giorno d'oggi il veicolo é da intendere come *puro mezzo di trasporto*, che per la sua stessa natura genera un aumento del fattore di alto-rischio e della mortalità in generale.
In base a tali presupposti, dunque, si é partiti dall'analisi delle categorie interessate: le strade e i veicoli, per osservare nello specifico la loro "composizione" e rilevare dati e parametri atti a definire la problematica dell'incidentalità in una visione generale e peculiare al tempo stesso. La presentazione dei dati relativi all'Europa e all'Italia, inoltre, non costituiscono semplici statistiche, ma figurano come approfondimenti del problema incidentalità in tutti i suoi aspetti. Dalla presentazione delle statistiche generali dei veicoli a quelle dei motociclisti si é passati dall'evoluzione temporale degli incidenti alla suddivisione per età, per sesso, conducenti e passeggeri, rete stradale, aree urbane ed extraurbane, tipo d'intersezione, mesi dell'anno, collisione e fattori ad essa contributivi. E' necessario sottolineare che i dati utilizzati in questo capitolo si riferiscono ad anni diversi, data l'irreperibilità in alcune statistiche di dati più

recenti. Tale fatto, tuttavia, non rende meno valido il significato ultimo a cui il lavoro fa riferimento. La portata delle suddette statistiche infatti, seppure relative ad anni passati, resta significativa, poiché costituisce una prova non trascurabile per l'analisi indicativa del problema. Fondamentale, pertanto, risulta risalire (come si é fatto) al valore in percentuale dei dati per evidenziare l'andamento e i fattori con le più alte percentuali di rischio

Li è sarà diretta l'attenzione della progettazione per evitare tali fattori o per lo meno renderne meno gravi le conseguenze.

Il lavoro contiene inoltre uno studio relativo alle analisi di sicurezza delle strade, così come é stato definito in ambito internazionale la *Road Safety Audit* o *Road Safety Review.* Si attesta che la *Road Safety Audit o Road Safety Review*, se riferite rispettivamente a progetti o strade in esercizio, consentono di individuare in un tracciato la presenza di situazioni di rischio per la circolazione. In particolare si prefiggono di identificare i potenziali pericoli insiti in nuovi progetti o sulle strade esistenti in modo tale che possano essere eliminati o attenuati prima che diano luogo a siti ad elevata incidentalità; accertare che i requisiti per la sicurezza di tutte le categorie di utenza siano esplicitamente considerati nella pianificazione, progettazione, costruzione, gestione e manutenzione delle infrastrutture stradali; ridurre il costo globale di gestione delle infrastrutture viarie, tenendo conto che, dopo la costruzione, la correzione di progetti insoddisfacenti dal punto di vista della sicurezza può essere estremamente costosa o addirittura inattuabile.

Dopo tale presentazione si amplia l'analisi del motociclo estendendola attraverso l'esame del ciclo di vita di un veicolo a due ruote con quello di un autovettura. Tale sezione risulta particolarmente utile allo studio della tesi, poiché mira a dimostrare che tutti gli agenti impattanti, sono a favore del motociclo, anche quelli meno evidenti e che anzi vengono quasi sempre dichiarati a sfavore dei mezzi a due ruote soprattutto nelle grandi città, quando si parla di inquinamento atmosferico, normative euro 1 – 2 – 3 – 4, qualità dell'aria, chiusura del traffico.

L'unico neo a netto svantaggio dei motocicli rispetto alle autovetture è il costo sociale, infatti il numero di feriti e morti, anche senza considerare la percentuale di mezzi in circolazione (il che sarebbe ancora peggio), tra i motociclisti e i ciclomotoristi è maggiore, ma è proprio facendo interventi mirati a migliorare e riqualificare l'infrastruttura stradale, che possiamo "salvare" molte di quelle vite.

2 CONSISTENZA STRADALE

2.1 RILIEVO

Il rilievo della consistenza stradale rappresenta un passo fondamentale per progettare e costruire strade sicure per ogni tipologia di utenza. Nel caso di infrastrutture di nuova costruzione lo si utilizza in fase di pre-apertura alla circolazione, per verificare la qualità dello svolgimento della procedura di Road Safety Audit. Per quelle esistenti, invece, è consigliabile eseguirlo preliminarmente al Road Safety Review, al fine di controllare ed eventualmente integrare la documentazione sullo stato di fatto consegnata al gruppo di analisi.

Obiettivo del presente capitolo è fornire indicazioni sulle modalità di rilievo di un'infrastruttura stradale, con particolare attenzione alle fonti da consultare, ai parametri da acquisire, alle tecniche ed agli strumenti di rilevamento da utilizzare.

2.2 FONTI

La fonte principale da cui trarre informazioni sulla consistenza della rete stradale esistente è il Catasto delle Strade (C.S.). Istituito con il D.L. 30/04/1992 n.285, contiene "*gli elementi inerenti alle caratteristiche geometriche delle strade e delle relative pertinenze, nonché agli impianti ed ai servizi permanenti connessi alle esigenze della circolazione*" [1]. I dati in esso raccolti rappresentano la sintesi di tutte le informazioni disponibili sulla rete viaria, quali le cartografie, i monitoraggi ambientali, lo stato di conservazione delle opere d'arte e delle pavimentazioni, i dati di traffico e di incidentalità. Questi ultimi derivano dai rilevamenti condotti dagli organi competenti (Polizia Municipale, Polizia Stradale, Carabinieri, Agenti di pubblica sicurezza), attraverso la compilazione di una scheda di incidente (modello ISTAT CCT-INC), la quale è strutturata con riferimento alle circostanze ed alle condizioni in cui avvengono i sinistri, nonché in relazione ai fattori che li influenzano riguardanti le caratteristiche dell'infrastruttura (tipo di strada, segnaletica, pavimentazione etc.), le condizioni ambientali (visibilità, condizioni meteorologiche), le specifiche del veicolo e l'utente stradale (dati anagrafici e comportamento di guida) (Tabella 1). In relazione alle condizioni di traffico, all'interno del C.S. sono disponibili i dati relativi alle caratteristiche dei flussi veicolari (numero di veicoli e composizione) ed alla velocità di percorrenza.

Tabella 1: Parametri di rilievo e monitoraggio

Evento incidentale	Condizioni di traffico
Localizzazione temporale e spaziale Condizione del fondo stradale Condizioni meteorologiche Natura e cause dell'incidente Numero e tipologia di unità di traffico coinvolte Numero di vittime (morti e feriti)	Flussi veicolari (veicoli/h) Composizione del traffico Velocità operativa (km/h)

Il C.S. è quindi lo strumento informatico d'archiviazione, visualizzazione, interrogazione e gestione di tutti i dati che l'Ente proprietario possiede sulla propria rete. Costituisce pertanto un mezzo essenziale per garantire sia un'adeguata gestione dell'infrastruttura, attraverso un piano di manutenzione efficace, sia un'attenta programmazione degli investimenti, mirata

all’ottimizzazione delle risorse da destinarsi alla gestione della sicurezza. A tal fine è necessario che sia costantemente aggiornato ed ampliato con i dati relativi a nuovi progetti o ad interventi di adeguamento di strade esistenti.

2.3 ENTITÀ DA RILEVARE

Il DM 01/06/2001 n.6 specifica le entità da introdurre nel C.S. suddividendole in tre gruppi omogenei in funzione delle possibili tipologie di rilevamento (Tabella 2):

rilievo delle caratteristiche geometriche;

rilievo descrittivo - qualitativo;

rilievo delle caratteristiche strutturali - funzionali.

Tabella 2: Rilievo delle caratteristiche

Tipologia rilievo	Entità	Parametro da rilevare
caratteristiche geometriche	Informazioni identificative	-progressiva nominale inizio/fine
		-coordinate geografiche Gauss-Boaga inizio/fine
		-identificatore percorso stradale
		-ascissa curvilinea inizio/fine
	Percorso stradale	-lunghezza
		-larghezza
		-pendenza media
	Tortuosità	-distanza
	Frane	-distanza ciglio stradale
		-lunghezza totale
		-larghezza massa spostata
		-stato di attività
		-tipo di frana
	Canali/fiumi	-distanza ciglio stradale
	Subsidenza	-entità
	Area di traffico	-lunghezza corsie di accelerazione/decelerazione
		-lunghezza del tronco manovra
		-superficie totale occupata
	Attributi geometrici	-rispondenza caratteristiche geometriche
		-lunghezza rettifilo
		-raggio curvatura
		-allargamento in curva
		-pendenza trasversale
		-pendenza longitudinale

Tipologia rilievo	Entità	Parametro da rilevare
		-tipologia del raccordo planimetrico
		-parametro clotoide
		-lunghezza raccordo
		-tipologia del raccordo altimetrico
		-andamento tracciato altimetrico
	Pavimentazione	-larghezza piattaforma
		-tipologia giunti
	Carreggiata	-lunghezza
	Corsia	-larghezza
		-pendenza trasversale
		-pendenza longitudinale
	Spartitraffico	-larghezza
	Banchine	-larghezza
		-pendenza trasversale
		-pavimentazione
		-tipologia superficie
	Marciapiedi	-larghezza
		-pendenza trasversale
		-pavimentazione
	Piazzole laterali	-larghezza
		-lunghezza
	Pista ciclabile	-larghezza
		-lunghezza
		-pendenza trasversale
		-pendenza longitudinale
	Linea tranviaria	-larghezza
		-lunghezza
		-pendenza trasversale
		-pendenza longitudinale
	Passaggio a livello	-larghezza
	Corpo stradale	-altezza scarpata
		-pendenza scarpata
	Ponte	-raggio curvatura raccordo
		-stato
		-materiale
		-lunghezza

Tipologia rilievo	Entità	Parametro da rilevare
		-larghezza
		-altezza utile
		-altezza totale
		-materiale componente
		-luce netta
		-interasse travi
		-sistema di smaltimento acque
		-raggio curvatura raccordo strada
		-stato
	Protezione ambiente circostante	-distanza ciglio stradale
	Barriera antirumore	-lunghezza
	Fascia rispetto	-larghezza
		-pendenza
	Vegetazione	-distanza ciglio stradale
	Dispositivi sicurezza	-distanza margine carreggiata
	Illuminazione	-interdistanza torri faro
		-distanza dal ciglio strada
	Segnaletica verticale	-distanza ciglio stradale
	Concessioni	-distanza ciglio stradale
		-dimensioni
	Galleria	-lunghezza
		-larghezza
		-altezza libera
		-stato
	Viadotto	-lunghezza
		-larghezza
		-altezza utile
		-stato
	Sottopasso	-lunghezza
		-larghezza
		-altezza utile
		-stato

Tipologia rilievo	Entità	Parametro da rilevare
	Sovrappassi ad una campata	-lunghezza
		-larghezza
		-altezza utile
		-stato
	Tombino	-larghezza
		-pendenza
		-profondità massima
	Cunette margine	-tipo sagoma
		-larghezza
		-lunghezza
		-profondità
		-pendenza
	Arginelli	-larghezza
		-lunghezza
		-pendenza
	Fosso guardia	-larghezza
		-lunghezza
		-profondità
		-pendenza
	Opere continuità idraulica	-tipologia
		-larghezza
		-profondità
		-pendenza
	Opera sostegno	-lunghezza
		-altezza
		-tipologia costruttiva
		-stato
	Barriera antirumore	-altezza
		-lunghezza
		-spessore
	Attenuatore di velocità	-superficie occupata
		-tipologia
		-tipologia segnalamento
	Cippi	-distanza dal ciglio stradale
		-superficie totale occupata
descrittivo - qualitativo	Frane	-coinvolgimento sede stradale
		-tipologia opera di stabilizzazione

Tipologia rilievo	Entità	Parametro da rilevare
	Informazioni identificative	-posizione
	Giunzione	-tipo di giunzione
		-manovre elementari possibili
		-tipologia dei rami
		-tipologia delle intersezioni
		-presenza di illuminazione
		-tipo e funzione della canalizzazione
		-tipo di regolazione
	Area di traffico	-tipologia del servizio
		-tipo di sezione autostradale
		-presenza di servizi di soccorso
		-corsie accelerazione/decelerazione
	Pavimentazione	-tipologia giunti per pavimentazione in c.a.
	Carreggiata	-tipologia
	Direzione di marcia	-tipologia
	Transitabilità	-tipo di ostacolo
	Corsia	-numero di corsie
		-tipo corsia
	Spartitraffico	-tipologia
	Banchine	-pavimentazione
	Marciapiedi	-pavimentazione
	Piazzole laterali	-tipologia
	Pista ciclabile	-senso di percorrenza
		-tipologia
		-pavimentazione
	Linea tranviaria	-tipologia
	Passaggio a livello	-disposizione
		-tipologia
		-numero di binari
	Corpo stradale	-tipologia
		-delimitazione
	Ponte	-tipologia
		-schema statico
		-presenza d’illuminazione

Tipologia rilievo	Entità	Parametro da rilevare
		-materiale componente
		-numero campate, appoggi, travi
		-elemento attraversato
		-stato
	Viadotto	-tipologia
		-materiale componente
		-illuminazione
		-stato
	Illuminazione	-tipologia
		-altezza centri luminosi
		-interdistanza centri luminosi
		-disposizione
		-distanza dal ciglio strada
	Galleria	-tipologia
		-illuminazione
		-ventilazione
		-impianto semaforico
		-presenza di "tunnel rifugio" trasversali
		-presenza gallerie servizio
		-tipo fornice
		-stato
		-piazzole di sosta
	Sottopasso	-tipologia
		-materiale componente
		-illuminazione
		-stato
	Sovrappassi ad una campata	-illuminazione
		-piazzole di sosta
		-stato
	Tombino	-tipologia
	Cunette margine	-tipo sagoma
		-materiale utilizzato
	Fosso guardia	-materiale componente
	Protezione corpo stradale	-tipologia
	Opera sostegno	-materiale
		-tipologia costruttiva

Tipologia rilievo	Entità	Parametro da rilevare
		-fessure
		-stato
	Protezione ambiente circostante	-tipologia
		-stato
	Barriere antirumore	-tipologia
	Mitigazione Impatti visivi	-tipologia
	Fascia rispetto	-larghezza
		-pendenza
		-entità
	Vegetazione	-altezza media
		-tipologia
		-distanza ciglio stradale
	Dispositivi di sicurezza	-tipologia
		-materiale componente
		-tipologia installazione
		-stato
	Segnale luminoso	-tipo impianto
		-tipo palo
		-tipo segnale
		-segnalazioni per non vedenti
	Segnaletica verticale	-tipologia
		-materiale
		-altezza
		-posizionamento sul confluente
		-stato
	Segnaletica orizzontale	-limite validità
		-funzione
		-tipologia
		-posizionamento sul confluente
		-stato
	Cippi	-materiale componente
		-indicazione chilometrica
	Concessioni	-tipologia
		-destinazione area

Tipologia rilievo	Entità	Parametro da rilevare
caratteristiche strutturali - funzionali	Attributi geometrici	-Present Serviceability Index
	Pavimentazione	-tipologia di sovrastruttura
		-tipologia di pavimentazione
		-spessore strati componenti
		-materiale componente strato
		-degradazione regolarità
		-degradazione portanza
		-degradazione aderenza
		-aumento rumorosità
	Pista ciclabile	-pavimentazione

2.4 STRUMENTI E TECNICHE DI RILEVAMENTO

Una volta definite le entità da acquisire, il DM 01/06/2001 n.6 ne specifica le possibili metodologie di rilievo. La scelta di quella ottimale deriva dall'esame di molti fattori quali la precisione richiesta, il numero dei punti da rilevare, la loro dislocazione, la distanza e la visibilità reciproca dai vertici di appoggio, le risorse economiche a disposizione, la disponibilità di personale e mezzi specializzati. L'adozione di un metodo di rilevamento non conforme può significare non solo spreco di risorse e di tempo, ma anche risultati molto diversi da quelli attesi in termini di precisione ed affidabilità.

2.4.1 Metodologie di rilevamento

Il DM 01/06/2001 n.6 fornisce le seguenti indicazioni:

- rilievo delle caratteristiche geometriche
  - strumenti manuali o ottici a basso rendimento;
  - GPS (Global Positioning System);
  - fotogrammetria;
  - veicoli con telecamere;
  - LIDAR (Light Detection and Ranging);
  - Scanner Laser Terrestre.
- rilievo descrittivo - qualitativo:
  - veicoli con telecamere.
- rilievo delle caratteristiche strutturali - funzionali:
  - GPRS (Ground Penetrating Radar System);
  - FWD (Falling Weight Deflectometer);
  - SCRIM (Sideway Force Coefficient Routine Investigation Machine);
  - SUMM (Survey Machine for Macrotexture and Skid);
  - Texture Meter;
  - ARAN (Automatic Road Analyzer);
  - APL (Analizateur du Profil en Long).

2.4.2 Accuratezza dei rilevamenti

L’accuratezza dei rilevamenti deve rispettare un principio di coerenza che ne condiziona la validità in funzione dell’incidenza sul risultato finale. Rilievi troppo puntuali, ad esempio, qualora non fossero necessari, possono risultare inutilmente onerosi, così come l’eccessiva genericità di uno specifico accertamento può portare ad una scarsa attendibilità del risultato complessivo. Se lo scopo è la costituzione di un database numerico per la gestione delle strade, la precisione è legata all’oggetto del rilievo ed è svincolata dalla scala della cartografia: la larghezza della carreggiata, ad esempio, si deve determinare con errori inferiori a 10 cm; le dimensioni di una trave da ponte richiedono invece precisioni del centimetro. Al contrario, se l’obiettivo è la sovrapposizione degli elementi rilevati con la cartografia di riferimento, è sufficiente la precisione della carta. Poiché il minimo apprezzabile sulla carta è 0.2 mm (errore di graficismo) e quindi la massima precisione ottenibile è “0.2 • scala della carta”, risulta inutile il rilievo più accurato eseguito con tecnologie avanzate. E’ evidente che tanto più grande è la scala di rappresentazione, tanto maggiore è la precisione con la quale vanno determinati i punti del rilievo stesso. Nel sovrapporre il reticolo delle strade esistenti alla cartografia o nel sovrapporre cartografie si possono riscontrare discordanze dovute principalmente a:

- disomogeneità nelle reti di inquadramento;
- errori strumentali e di riduzione dei rilievi di un medesimo oggetto eseguiti con metodi diversi.

Deve quindi essere fissata una tolleranza in accordo con la cartografia di riferimento entro la quale accettare i dati. Solo se le discordanze rientrano nella tolleranza, si può procedere alla loro compensazione.

Occorre rilevare inoltre che in genere una cartografia numerica è bidimensionale; la terza dimensione è quindi limitata alla rappresentazione delle isoipse o al riporto di punti quotati. Da ciò deriva che in un Sistema Informativo Territoriale (GIS) la rete stradale non ha associata un'informazione continua sull'andamento altimetrico, e questo dato è mantenuto all'interno del database degli attributi, ad esempio assegnando a ciascuna tratta un valore di pendenza. L'uso di sistemi, quali il GPS, può giocare un ruolo essenziale nel passaggio dagli attuali sistemi 2D, o come suole dirsi 2.5D, a sistemi tridimensionali. Infatti, anche se

un'adozione completa della tridimensionalità all'interno di un GIS può essere discutibile e non praticabile, può comunque essere importante che i dati, in origine 3D, mantengano tutta la loro informazione.

2.4.3 Le tecniche di rilievo a confronto

La notevole estensione della rete stradale nazionale, unitamente all'esigenza delle Pubbliche Amministrazioni di contenimento dei costi, evidenziano la necessità di ricorrere quanto più possibile a tecniche ad alto rendimento, le quali affiancano un'elevata produttività ad una precisione conforme alle tolleranze consentite dalla Normativa.
Tra queste ultime, in particolare, il rilievo aerofotogrammetrico è indicato in fase di formazione del C.S. per la creazione di una base cartografica della rete viaria e delle sue pertinenze. Nella fase di aggiornamento del Catasto invece è preferibile utilizzare il GPS, in quanto gli elementi aggiuntivi da rilevare sono di entità troppo modesta per giustificare economicamente un volo fotogrammetrico. I veicoli dotati di telecamere, il LIDAR o il laser scanner, inoltre, sono particolarmente indicati per rilevare gli elementi che per la loro complessità o ubicazione non possono essere acquisiti con i metodi ad alto rendimento tradizionali quali ad esempio manufatti di sostegno, ponti, sovrappassi, sottopassi, gallerie, tombini, ecc.

2.5 ARCHIVIAZIONE DEI DATI

L'applicazione di moderne tecniche di gestione e manutenzione del patrimonio viario nazionale richiede la rapida disponibilità di informazioni aggiornate sugli elementi significativi dell'infrastruttura. Nasce quindi la necessità che i dati ottenuti dal rilievo siano codificati ed organizzati in database facilmente e rapidamente consultabili.

La complessità tecnica che caratterizza l'organizzazione di un archivio informatizzato delle strade deriva principalmente dalla necessità di descriverne le caratteristiche schematizzandole come oggetti di una struttura reticolare, legando tra loro informazioni alfanumeriche e geografiche. Le prime descrivono le pertinenze; le seconde definiscono il grafo stradale e possono essere espresse in formato vettoriale o raster. Nel primo caso le primitive grafiche sono schematizzate attraverso punti, linee e poligoni:

- un punto è rappresentato da un codice e dalle sue coordinate: 127 (codice), 56932.61 (x), 785463.27 (y);
- una linea è rappresentata da un codice e da una successione di punti: 112 (codice), 5436864.76 (x), 854321.53 (y) … 5367835.87 (x_n), 887654.90 (y_n);
- un poligono è rappresentato da una serie di linee che ne definiscono il contorno, e da un punto interno (etichetta) che ne precisa il codice.

Adottando il formato raster, invece, il territorio è suddiviso in quadrati o "celle" a cui corrisponde un valore identificativo. Mentre una copertura vettoriale può essere zoomata senza che le linee del disegno si ingrandiscano, in quella raster all'aumentare dello zoom le celle crescono di dimensione.

Il grafo stradale è una struttura geometrica sulla quale si possono appoggiare informazioni di interesse con la loro localizzazione geografica. È costituito da archi di curva e nodi (punti). Un arco è un'entità geometrica che si presta a rappresentare un tratto di strada compreso tra due nodi. Questi ultimi, invece, sono rappresentativi di un punto geografico, come un incrocio, il passaggio di una strada per un confine provinciale o regionale, la posizione di un segnale stradale o di un qualunque altro elemento di interesse. Per un grafo stradale le informazioni che sono primariamente disponibili per ciascun elemento sono la posizione geografica dei nodi e la classifica di appartenenza ad una certa strada per ciascun arco.

Il poter associare le informazioni di interesse alla loro posizione geografica permette non solo di rappresentare i dati in modo più naturale, con conseguente agevolazione dell'accesso alle informazioni, ma anche di realizzare carte geografiche tematiche su cui rappresentare di volta in volta solo le informazioni che interessano, in modo da analizzare in maniera grafica e quindi più intuitiva, i risultati di analisi di correlazioni complesse. A tal fine le informazioni geometriche sono memorizzate in un database relazionale e sono gestite attraverso un ambiente a maschere (Graphic User Interface) con accesso ai dati in architettura client-server; i dati alfanumerici possono invece essere trattati con sistemi GIS (Sistemi informativi Geografici). L'architettura complessiva può quindi essere costituita da applicativi che accedono a queste due banche dati, proponendo un'interfaccia utente di semplice utilizzo.

3 PARCO VEICOLARE

3.1 PREMESSA

La consistenza (o parco) dei veicoli secondo la provincia di residenza del proprietario e la categoria (autovetture, autocarri, autobus, trattrici, motrici, motoveicoli, ecc) è determinata in base alle risultanze del Pubblico registro automobilistico, conteggiando i veicoli iscritti e non radiati, meno quelli che risultano confiscati o per i quali è stata annotata la perdita di possesso.

3.2 EUROPA

3.2.1 Introduzione

Prima di affrontare l'analisi dei dati, per una corretta confrontabilità degli stessi, è opportuno ricordare la differente metodologia di calcolo che si è resa necessaria per la contabilizzazione di tale aggregato: fino al 1995 per veicoli circolanti s'intendeva l'insieme dei veicoli soggetti al pagamento della tassa automobilistica; dal 1996 l'insieme di tali veicoli è calcolato in base alle risultanze sullo stato giuridico dei medesimi.
Difatti tramite il P.R.A. vengono registrati tutti gli eventi legati alla vita "giuridico-patrimoniale" del veicolo, dalla sua nascita, con l'iscrizione, alla sua morte, con la radiazione.
Il nuovo metodo di calcolo ha permesso di superare il problema della disponibilità di un dato statistico univoco, a seguito del decentramento alla Regione dell'accertamento relativo all'avvenuto pagamento delle tasse automobilistiche regionali (legge 27/12/1997 n.449 art. 17). Peraltro, il criterio basato sull'assoggettamento alla tassa automobilistica è da ritenersi superato; è apparso dunque ragionevole e vantaggioso calcolare il parco veicolare partendo direttamente dall'iscrizione al P.R.A., pur facendo notare che potrebbe esserci qualche scostamento tra il cosiddetto circolante teorico (iscritto al P.R.A.) e quello effettivamente vivente su strada. Tale diversità è dovuta ad una serie di fattori tra i quali si può menzionare il fatto che alcuni veicoli, pur essendo in circolazione, non sono iscritti al P.R.A.: si tratta dei veicoli iscritti in altri Registri quali ad esempio quello del Ministero della Difesa (targhe EI) o quello del Ministero degli Esteri (targhe CD) o altri. Tuttavia è da ritenere che il numero di tali veicoli non sia tale da modificare sensibilmente le caratteristiche del parco nel suo complesso.
Nel definire la consistenza del parco veicolare nel periodo 1996-2006 si è partiti dunque dal numero di veicoli iscritti al P.R.A. al 31/12 di ogni anno ai quali sono stati sottratti:

- Veicoli radiati, considerando a tal fine la data di presentazione della formalità (dal 2004, inoltre, sono stati eliminati anche i veicoli soggetti a radiazione d'ufficio: art. 96 del Decreto Legislativo n.285 del 30/04/1992 (Nuovo Codice della Strada).

- Veicoli oggetto di furto o appropriazione indebita per i quali sia stata annotata la perdita di possesso.
- Veicoli confiscati dallo Stato.

3.2.2 Analisi Statistica

Dati riguardanti i veicoli circolanti in alcuni paesi dell'U.E. relativi al 2004, attraverso un confronto delle varie realtà nazionali con i rapporti statistici tra veicoli/popolazione e popolazione/autovetture. In Italia l'indice assume il valore di 1,69 abitanti per ogni autovettura, oltre la media europea di circa 2 abitanti/autovetture.

Tabella 3: Rapporto tra popolazione e veicoli, autovetture nel 2004

PAESI	POPOLAZIONE	AUTOVETTURE	VEICOLI	VEICOLI / POPOLAZIONE ‰	POPOLAZIONE/ AUTOVETTURE
Austria	8'173'256	4'109'129	5'506'063	673.7	1.99
Belgio	10'421'121	4'874'426	5'838'034	560.2	2.14
Finlandia	5'228'143	2'331'190	2'963'233	566.8	2.24
Francia	60'380'328	29'900'000	36'039'000	596.9	2.02
Germania	82'516'248	45'022'926	51'619'925	625.6	1.83
Gran Bretagna	59'866'864	27'028'100	31'709'394	529.7	2.21
Irlanda	4'068'246	1'526'962	1'821'989	447.9	2.66
Italia	57'573'184	33'973'147	42'999'016	746.9	1.69
Lussemburgo	453'297	293'398	343'991	758.9	1.54
Spagna	42'690'244	18'688'320	24'621'256	576.7	2.28
Svezia	8'991'994	4'044'928	4'770'505	530.5	2.22
TOTALE	**340'362'925**	**171'792'526**	**208'232'406**	**611.8**	**1.98**

3.3 ITALIA

3.3.1 Analisi Statistica

Dai dati nazionali si può notare che la consistenza del parco veicolare nazionale è in continuo aumento: nell'arco del periodo preso in considerazione (21 anni) è aumentata del 70% circa, in particolare del 57% per la categoria delle autovetture, e addirittura più del 164% quella dei motocicli.

Tabella 4: Consistenza del parco veicoli suddiviso per categoria

ANNI	Motocicli	Motocarri	Autovetture	Autobus	Autocarri		Motrici	Altro	TOTALE
					merci	speciali			
1985	2'000'137	398'615	22'494'641	76'296	1'649'302	144'293	40'249	482'063	27'285'596
1986	2'204'750	420'155	23'495'414	77'886	1'727'946	154'285	48'128	534'101	28'662'665
1987	2'383'692	443'483	24'320'167	74'114	1'795'863	149'129	49'669	584'757	29'800'874
1988	2'410'628	460'441	25'290'250	75'820	1'891'471	166'537	57'064	613'520	30'965'731
1989	2'430'704	452'520	26'267'431	76'313	1'987'227	184'780	62'462	626'768	32'088'205
1990	2'509'819	464'852	27'415'828	77'731	2'140'123	208'869	67'780	670'116	33'555'118
1991	2'543'186	462'575	28'434'923	78'649	2'220'859	226'693	72'069	697'155	34'736'109
1992	2'560'037	456'300	29'429'628	78'179	2'285'712	246'101	74'135	713'402	35'843'494
1993	2'526'761	444'125	29'652'024	76'974	2'314'142	254'866	75'028	714'006	36'057'926
1994	2'539'835	433'255	29'665'308	76'076	2'370'759	267'125	75'564	754'860	36'182'782
1995	2'530'750	415'665	30'301'424	75'023	2'430'262	278'539	79'631	764'600	36'875'894
1996	2'531'946	422'041	29'910'932	80'610	2'550'344	325'353	89'758	782'381	36'693'365
1997	2'557'356	412'081	30'154'914	81'478	2'626'507	341'207	93'297	781'937	37'048'777
1998	2'699'274	405'048	31'056'004	83'521	2'730'260	359'810	97'743	789'885	38'221'545
1999	2'975'651	399'440	32'038'291	85'762	2'840'080	381'255	106'726	799'974	39'627'179
2000	3'375'782	390'097	32'583'815	87'956	2'971'050	406'523	115'958	812'596	40'743'777
2001	3'732'306	382'149	33'239'029	89'858	3'110'317	431'228	124'149	827'591	41'936'627
2002	4'049'592	375'313	33'706'153	91'716	3'297'260	454'340	132'622	843'330	42'950'326
2003	4'375'947	370'751	34'310'446	92'701	3'450'903	483'027	139'402	855'758	44'078'935
2004	4'574'644	342'739	33'973'147	92'874	3'502'633	512'979	142'413	809'478	43'950'907
2005	4'938'359	344'827	34'667'485	94'437	3'637'740	541'919	148'173	812'161	45'185'101
2006	5'288'818	310'555	35'297'282	96'099	3'763'093	568'654	151'704	852'939	46'329'144

3.4 EMILIA ROMAGNA

3.4.1 Analisi Statistica

Nelle regioni del sud si sono avuti incrementi del parco veicolare maggiori al 50% con la Campania in testa con più del 79%, mentre al nord gli incrementi sono rimasti contenuti tra il 17% e il 35% (fa eccezione la Valle d’Aosta con il 73%); in Emilia Romagna l’aumento è stato di circa il 25%.

Tabella 5: Consistenza del parco veicolare nelle Regioni

REGIONI	1990	1995	2000	2005	2006
Piemonte	3'028'983	3'175'372	3'315'737	3'491'835	3'545'104
Valle D'Aosta	106'005	116'666	180'661	181'556	183'755
Lombardia	5'944'405	6'258'553	6'595'402	7'198'311	7'325'367
Trentino A.A.	546'529	597'193	646'195	711'755	724'955
Veneto	2'743'979	3'013'342	3'264'499	3'615'157	3'690'493
Friuli V.G.	770'363	850'495	871'655	950'195	965'662
Liguria	1'077'970	1'106'010	1'163'474	1'263'144	1'290'190
Emilia Romagna	2'815'911	2'948'875	3'133'529	3'450'037	3'514'323
Toscana	2'553'758	2'589'498	2'758'665	3'085'032	3'155'787
Umbria	550'558	612'801	664'428	743'700	760'132
Marche	945'946	1'024'003	1'124'192	1'271'527	1'298'630
Lazio	3'265'494	3'537'663	4'033'276	4'558'633	4'733'356
Abruzzo	680'112	771'309	874'016	1'011'692	1'041'023
Molise	149'398	172'328	197'092	235'540	243'737
Campania	2'334'724	2'976'403	3'656'225	4'064'237	4'182'014
Puglia	1'684'108	2'006'254	2'337'759	2'630'767	2'706'134
Basilicata	258'112	299'993	344'844	399'797	414'523
Calabria	850'724	1'010'965	1'198'615	1'376'151	1'421'985
Sicilia	2'447'404	2'887'053	3'307'034	3'744'968	3'879'293
Sardegna	800'635	921'118	1'034'650	1'169'387	1'193'468
Non identificato			41'829	31'680	59'213
ITALIA	33'555'118	36'875'894	40'743'777	45'185'101	46'329'144

Tabella 6: Consistenza del parco autovetture nelle Regioni

REGIONI	1990	1995	2000	2005	2006
Piemonte	2'464'707	2'562'777	2'635'135	2'703'252	2'724'689
Valle D'Aosta	77'938	88'011	128'007	131'960	132'342
Lombardia	4'836'307	5'116'354	5'285'721	5'555'076	5'621'965
Trentino A.A.	428'886	473'729	499'130	530'570	537'768
Veneto	2'216'831	2'466'687	2'607'903	2'782'469	2'829'512
Friuli V.G.	634'803	708'150	700'705	734'233	742'033
Liguria	818'839	835'438	821'275	823'377	831'525
Emilia Romagna	2'247'543	2'377'987	2'447'258	2'565'694	2'599'368
Toscana	1'993'243	2'052'818	2'128'194	2'259'906	2'289'412
Umbria	442'334	499'455	528'615	571'572	581'356
Marche	755'168	829'306	880'338	950'158	965'427
Lazio	2'806'020	3'031'382	3'333'515	3'570'238	3'665'174
Abruzzo	566'134	645'661	706'248	781'952	798'308
Molise	123'132	142'178	158'699	183'118	188'213
Campania	1'959'658	2'509'291	2'996'093	3'189'250	3'252'529
Puglia	1'398'057	1'684'524	1'925'022	2'106'221	2'155'887
Basilicata	215'469	251'667	283'295	319'935	330'261
Calabria	708'315	844'745	976'547	1'088'187	1'119'271
Sicilia	2'051'896	2'413'506	2'669'793	2'876'953	2'955'804
Sardegna	670'548	767'758	839'915	918'727	932'524
Non identificato			32'407	24'637	43'914
ITALIA	**27'415'828**	**30'301'424**	**32'583'815**	**34'667'485**	**35'297'282**

Tabella 7: Consistenza parco autovetture in Emilia Romagna secondo l'alimentazione e la cilindrata nel 2006

Alimentazione	fino A 800 c.c.	801 - 1200 c.c.	1201 - 1600 c.c.	1601- 2000 c.c.	2001 - 2500 c.c.	oltre 2500 c.c.	non identif.	TOTALE
altre	24	28	4	4			135	195
Benzina	85'161	578'439	728'676	167'304	10'768	27'913	21	1'598'282
Benzina / gas liquido	1'277	20'248	61'661	31'582	1'314	1'893	4	117'979
Benzina / metano	950	21'677	81'235	15'603	422	300	1	120'188
non identificato	10	11	23	3			18	65
Gasolio	2'498	744	167'510	433'181	108'211	50'512	3	762'659
TOTALE	89'920	621'147	1'039'109	647'677	120'715	80'618	182	**2'599'368**

Limitatamente alle autovetture in Emilia Romagna l'aumento è stato di circa il 15%; al 31 Dicembre 2006, il parco è composto di circa 2,6 milioni di autovetture:

- il 40% sono di cilindrata compresa tra i 1200 c.c. e i 1600 c.c.

- il 60% sono alimentate a benzina

Per quanto riguarda i motocicli, l'incremento regionale è stato del 77%, ed ora rappresentano circa il 12% dell'intero parco veicoli.
Dividendoli per cilindrata, si nota che più di un quarto non supera i 125 c.c. di cilindrata (motocicli guidabili da minorenni), e un altro quarto è rappresentato da cilindrate comprese tra 125 c.c. e 250 c.c.; quindi il 53% dei motocicli hanno cilindrata inferiore a 250 c.c.

nel rapporto popolazione/autovetture l'Emilia Romagna è la settima regione con un indice di 1,61 abitanti ogni autovettura, poco sopra la media nazionale.

Tabella 8: Consistenza del parco motocicli nelle regioni

REGIONI	1990	1995	2000	2005	2006
Piemonte	225'410	219'597	247'056	323'764	343'059
Valle D'Aosta	10'569	10'137	13'240	12'310	12'900
Lombardia	504'489	488'998	563'635	771'279	814'231
Trentino A.A.	47'778	48'130	56'571	72'996	76'673
Veneto	219'522	201'201	243'637	343'309	362'108
Friuli V.G.	60'368	58'623	74'745	102'561	108'125
Liguria	146'272	153'692	215'549	301'834	318'343
Emilia Romagna	235'721	218'028	279'494	395'860	**416'840**
Toscana	274'374	234'632	279'997	416'441	442'094
Umbria	41'413	40'568	50'279	70'969	74'861
Marche	80'108	74'845	103'131	152'334	160'388
Lazio	171'640	187'480	318'929	513'470	576'749
Abruzzo	34'202	37'352	61'438	102'158	109'688
Molise	5'823	6'875	10'360	18'389	20'074
Campania	135'769	177'456	286'251	445'958	483'717
Puglia	83'312	94'920	145'874	218'311	233'830
Basilicata	9'153	10'669	15'750	24'656	26'637
Calabria	34'924	42'954	68'247	105'823	113'522
Sicilia	153'073	184'478	280'046	456'102	495'446
Sardegna	35'899	40'115	58'835	87'923	93'179
Non identificato			2'718	1'912	6'354
ITALIA	**2'509'819**	**2'530'750**	**3'375'782**	**4'938'359**	**5'288'818**

Tabella 9: Consistenza Parco motocicli secondo la cilindrata

Regione	fino a 125 c.c.	126 - 250 c.c.	251 - 400 c.c.	401 - 500 c.c.	501 - 600 c.c.	601 - 750 c.c.	751 - 1000 c.c.	oltre 1000 c.c.	non ident.	TOTALE
ABRUZZO	30'548	32'595	7'534	6'863	11'141	10'225	7'270	3'506	6	109'688
BASILICATA	7'656	6'347	1'544	1'419	3'824	3'037	2'013	793	4	26'637
CALABRIA	36'481	35'994	6'609	4'980	12'340	9'108	5'669	2'333	8	113'522
CAMPANIA	128'704	211'442	22'015	26'639	35'054	31'199	19'760	8'885	19	483'717
EMILIA ROMAGNA	113'886	107'492	27'940	28'702	40'965	40'903	36'002	20'909	41	**416'840**
FRIULI VENEZIA GIULIA	30'647	27'733	6'255	5'243	11'632	11'764	9'439	5'408	4	108'125
LAZIO	147'753	222'108	42'352	34'794	44'898	39'918	30'764	14'122	40	576'749
LIGURIA	107'090	129'138	19'710	11'063	18'020	16'225	11'130	5'954	13	318'343
LOMBARDIA	197'292	206'155	64'284	52'460	89'478	90'399	72'249	41'804	110	814'231
MARCHE	49'845	43'195	10'492	9'372	15'723	14'399	10'995	6'359	8	160'388
MOLISE	6'226	4'935	1'375	1'070	2'514	2'087	1'276	589	2	20'074
non definita	2'618	1'776	330	365	317	292	179	65	412	6'354
PIEMONTE	86'203	75'850	26'119	20'394	45'276	41'567	31'849	15'778	23	343'059
PUGLIA	85'276	57'269	11'726	12'594	24'721	20'171	14'330	7'731	12	233'830
SARDEGNA	30'571	23'801	5'361	5'182	11'726	8'805	5'398	2'328	7	93'179
SICILIA	131'995	190'833	24'364	23'817	46'655	38'594	23'848	15'281	59	495'446
TOSCANA	124'735	155'100	29'100	23'154	37'710	32'397	26'014	13'763	121	442'094
TRENTINO ALTO ADIGE	19'958	19'815	5'450	3'676	7'744	8'081	7'212	4'736	1	76'673
UMBRIA	20'610	19'027	5'686	4'834	9'117	7'395	5'616	2'567	9	74'861
VALLE D'AOSTA	3'488	3'166	955	575	1'378	1'502	1'178	657	1	12'900
VENETO	104'582	78'844	21'710	22'829	40'672	37'849	35'859	19'724	39	362'108
ITALIA	**1'466'164**	**1'652'615**	**340'911**	**300'025**	**510'905**	**465'917**	**358'050**	**193'292**	**939**	**5'288'818**

Tabella 10: Rapporto tra popolazione e veicoli, autovetture nel 2006

REGIONI	POPOLAZIONE	AUTOVETTURE	VEICOLI	VEICOLI / POPOLAZIONE ‰	POPOLAZIONE/ AUTOVETTURE
Piemonte	4'345'635	2'724'689	3'545'104	815.8	1.59
Valle d'Aosta	124'236	132'342	183'755	1'479.1	0.94
Lombardia	9'488'958	5'621'965	7'325'367	772.0	1.69
Trentino Alto Adige	987'736	537'768	724'955	734.0	1.84
Veneto	4'747'930	2'829'512	3'690'493	777.3	1.68
Friuli Venezia Giulia	1'209'207	742'033	965'662	798.6	1.63
Liguria	1'609'013	831'525	1'290'190	801.9	1.94
Emilia Romagna	4'197'632	2'599'368	3'514'323	837.2	**1.61**
Toscana	3'625'672	2'289'412	3'155'787	870.4	1.58
Umbria	869'772	581'356	760'132	873.9	1.50
Marche	1'530'966	965'427	1'298'630	848.2	1.59
Lazio	5'310'852	3'665'174	4'733'356	891.3	1.45
Abruzzo	1'306'406	798'308	1'041'023	796.9	1.64
Molise	320'455	188'213	243'737	760.6	1.70
Campania	5'787'606	3'252'529	4'182'014	722.6	1.78
Puglia	4'069'894	2'155'887	2'706'134	664.9	1.89
Basilicata	593'058	330'261	414'523	699.0	1.80
Calabria	2'000'490	1'119'271	1'421'985	710.8	1.79
Sicilia	5'014'329	2'955'804	3'879'293	773.6	1.70
Sardegna	1'655'766	932'524	1'193'468	720.8	1.78
ITALIA	**58'795'613**	**35'253'368**	**46'269'931**	**787.0**	**1.67**

3.5 BOLOGNA

3.5.1 Analisi Statistica

Negli otto comuni capoluogo di regione analizzati, in generale si rispecchia quanto detto per le regioni: ad esempio a Roma e Napoli, l'aumento è quasi del 70%, al contrario a Bologna e Firenze, l'aumento dei veicoli è minore del 4%;

Tabella 11: Consistenza parco veicoli nei principali comuni

ANNI	Torino	Milano	Genova	Bologna	Firenze	Roma	Napoli	Palermo
1985	568'764	895'315	364'819	270'649	286'741	1'582'754	430'960	320'809
1990	726'004	1'104'931	425'290	306'058	327'562	1'982'290	555'769	394'073
1995	727'271	1'048'622	429'622	287'375	297'022	2'014'558	655'854	446'019
2000	724'590	981'598	432'378	277'925	283'831	2'245'089	747'875	482'459
2005	692'837	965'663	450'006	281'829	293'536	2'413'791	716'632	520'212
2006	700'554	969'390	456'405	280'725	296'388	2'476'179	726'490	535'719
aumento	23%	8%	25%	**3.7%**	3.4%	56%	69%	67%

Tabella 12: Consistenza parco veicolare nel Comune di Bologna

1991	**1992**	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**
307'811	312'609	307'692	288'602	287'375	269'332	266'809	271'128
1999	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**
274'975	277'925	282'067	285'040	287'701	282'078	281'829	280'725

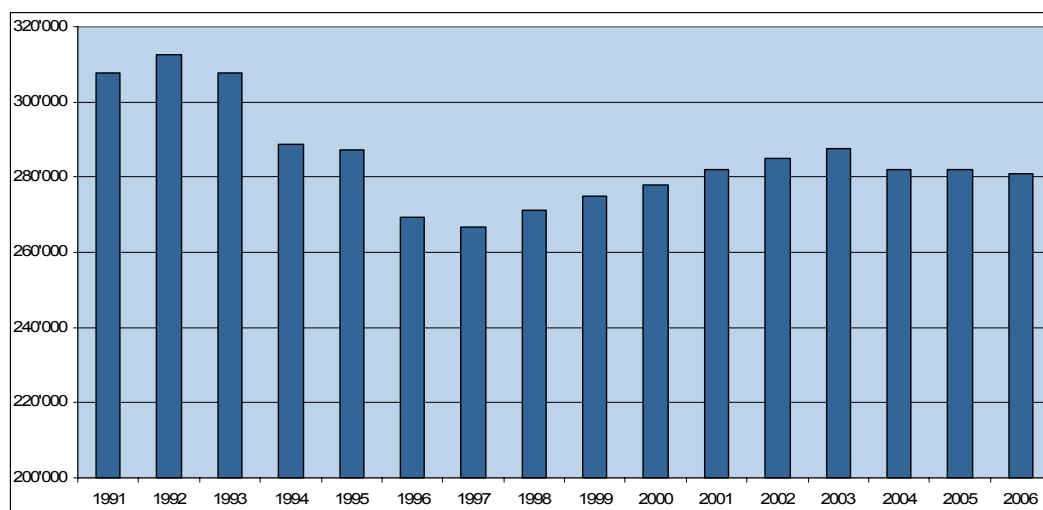



Figura 1: Consistenza parco veicolare nel Comune di Bologna

se consideriamo invece solo le autovetture a Firenze, Bologna (-10%) e Milano si ha addirittura una controtendenza.

Tabella 13: Consistenza parco autovetture nei principali comuni

ANNI	Torino	Milano	Genova	Bologna	Firenze	Roma	Napoli	Palermo
1985	497'981	789'084	286'963	223'807	226'424	1'401'458	373'683	280'956
1990	609'638	922'040	323'857	242'995	248'519	1'720'872	470'705	334'838
1995	584'429	864'732	320'852	231'190	230'370	1'739'359	549'962	377'395
2000	581'783	787'590	300'418	214'701	212'438	1'855'354	607'813	390'844
2005	558'962	739'537	287'630	204'177	201'518	1'869'248	551'714	387'613
2006	560'127	736'805	288'307	201'275	200'607	1'891'032	552'513	393'245
aumento	12%	-6.6%	0.5%	**-10%**	-11%	35%	48%	40%

Tabella 14: Consistenza parco autovetture nel Comune di Bologna

1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
244'380	249'349	246'095	231'500	231'190	215'990	213'423	215'907
1999	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**
216'884	214'701	214'670	213'776	212'202	206'411	204'177	201'275

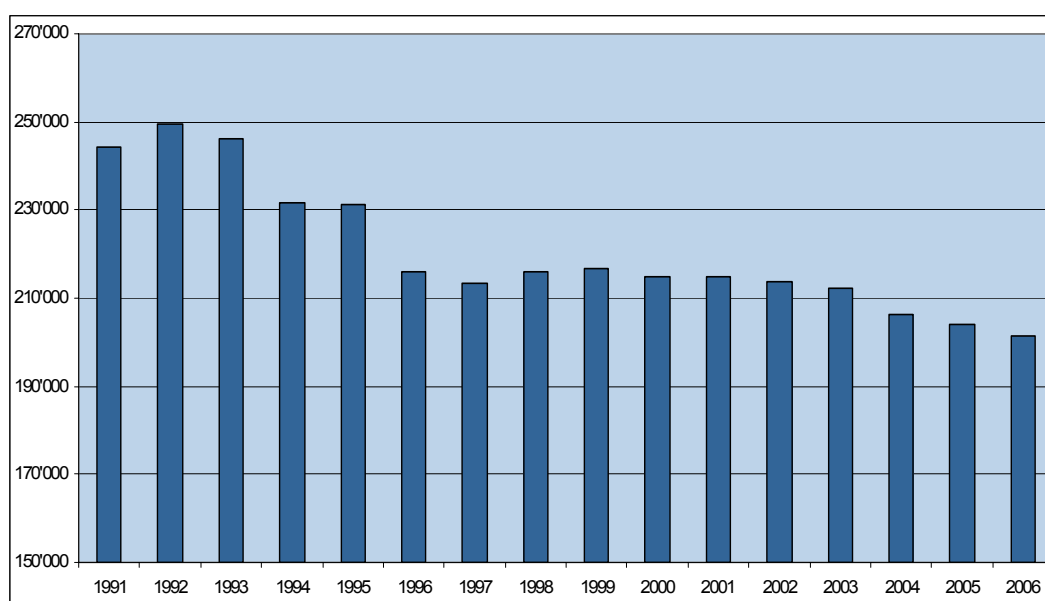



Figura 2: Consistenza parco autovetture nel Comune di Bologna

Per quanto riguarda i motocicli, i dati del comune di Bologna hanno lo stesso andamento di quelli regionali con un aumento dal 1991 al 2006 del 69%, in particolare se prendiamo in considerazione gli ultimi 10 anni, i motocicli sono quasi raddoppiati (+95%) passando dai circa 24 mila del 1996 ai quasi 48 mila motocicli del 2006, che rappresentano il 17% dell'intero parco veicolare.

Tabella 15: Consistenza parco motocicli nel Comune di Bologna

1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
28'353	27'998	27'167	26'325	25'423	24'518	24'529	26'218
1999	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**
28'982	33'926	37'952	41'062	43'277	44'491	46'307	47'907

Figura 3: Consistenza parco motocicli nel Comune di Bologna

La **popolazione residente** a Bologna alla fine del 2006 ammontava a **373'026** persone, per cui i rapporti statistici tra veicoli/popolazione e popolazione/autovetture assumono rispettivamente i valori di: 753‰ e 1.85 abitanti per ogni autovettura oltre la media italiana di 1,69.

Tabella 16: Rapporto tra popolazione e veicoli, autovetture nel 2006

COMUNI	POPOLAZIONE	AUTOVETTURE	VEICOLI	VEICOLI / POPOLAZIONE ‰	POPOLAZIONE/ AUTOVETTURE
Torino	898'979	560'127	700'554	779.3	1.60
Milano	1'305'808	736'805	969'390	742.4	1.77
Genova	618'438	288'307	456'405	738.0	2.15
Bologna	374'142	201'275	280'725	750.3	1.86
Firenze	367'268	200'607	296'388	807.0	1.83
Roma	2'545'243	1'891'032	2'476'179	972.9	1.35
Napoli	981'353	552'513	726'490	740.3	1.78
Palermo	668'843	393'245	535'719	801.0	1.70
ITALIA	**58'795'613**	**35'253'368**	**46'269'931**	**787.0**	**1.67**

Tabella 17: Tasso di motorizzazione nel Comune di Bologna

1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
56.1	55.6	56.5	56.9	56.5	58.0	57.3	56.8	55.1	54.6	54.0

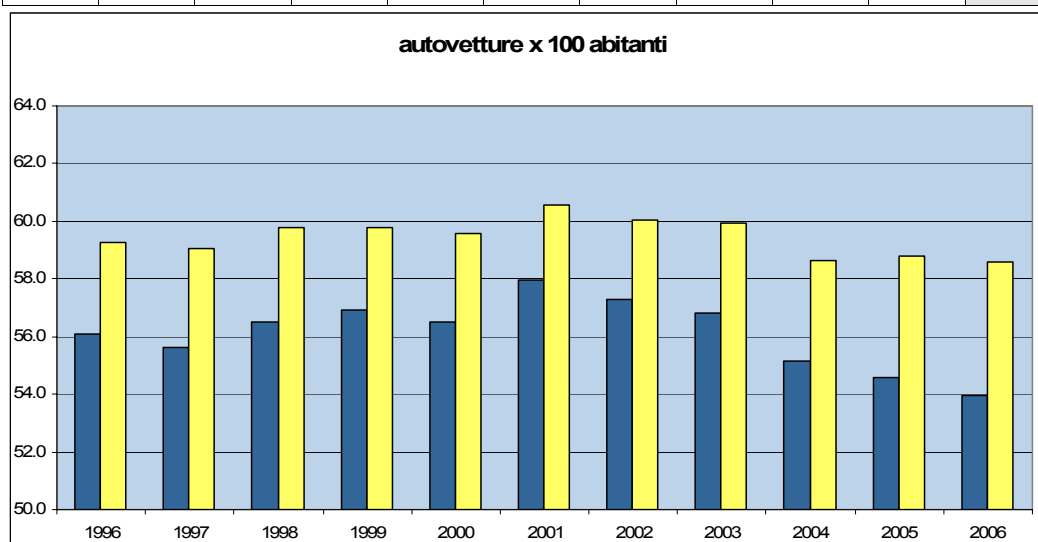



Figura 4: Autovetture a Bologna ogni 100 abitanti

4 INCIDENTALITÀ

“É ormai riconosciuto che la ripartizione tradizionale delle misure in materia di sicurezza stradale fra infrastrutture, veicoli ed utenti della strada può produrre una strategia che non considera in misura sufficiente l’impatto delle azioni sul sistema nel suo complesso e gli eventuali effetti collaterali che possono diminuirne l’efficacia.
Gli incidenti della strada sono prodotti da una disfunzione nei complessi sistemi che regolano l’interazione fra decisioni, azioni umane, il sistema delle infrastrutture e tutti i tipi di veicolo. Per ridurre il numero di vittime della strada occorre perfezionare questi sistemi in modo tale che le disfunzioni si facciano meno frequenti e/o possano essere compensate all’interno del sistema stesso e, in caso di incidente, creare un contesto in grado di ridurne le conseguenze ”.1

[1] “Promuovere la sicurezza stradale nell’Unione europea: il programma 1997 – 2001”, comunicazione della Commissione al Consiglio, al Parlamento europeo, al Comitato Economico e Sociale, al Comitato delle Regioni. Bruxelles, 9 aprile 1997, COM(97)131 def., par. 3.5, “Gli aspetti salienti del programma”.

DEFINIZIONI

Incidente stradale La Convenzione di Vienna del 1968 definisce l'incidente stradale come il fatto verificatosi nelle vie o piazze aperte alla circolazione nel quale risultano coinvolti veicoli (o animali) fermi o in movimento e dal quale siano derivate lesioni a persone. Per tale ragione, nel caso in cui l'incidente riguardi soltanto danni alle cose, esso è escluso dal computo. Con tale definizione l'attenzione è dunque riservata esclusivamente ai casi di incidente sull'uomo Sono quindi esclusi dalla rilevazione sia gli incidenti con danni ai soli veicoli, sia quelli di cui le forze dell'ordine non siano venute a conoscenza.

Prima del 1991 l'Istat rilevava tutti gli incidenti stradali, anche quelli che non necessariamente comportavano lesioni alle persone ma solo danno alle cose. La definizione attuale di incidente stradale dà luogo ad un concetto più interessante sotto il profilo dell'analisi, poiché restringendo il campo di osservazione ai soli incidenti che causano danno alle persone si ottiene una lettura più corretta e mirata dei sinistri più gravi; inoltre, permette di effettuare confronti internazionali.

morti: Numero di persone decedute sul colpo (entro le 24 ore) o entro il trentesimo giorno, a partire da quello da quello in cui si é verificato l'incidente
Tale definizione, anch'essa conforme alle norme internazionali, si applica agli incidenti stradali verificatisi a partire dal 1° gennaio 1999. Prima di tale data la contabilizzazione dei decessi considerava solo quelli avvenuti entro sette giorni dal momento del sinistro stradale.

feriti: le persone che hanno subito lesioni al proprio corpo a seguito dell'incidente. Data la difficoltà di definire criteri obiettivi sul livello di gravità delle lesioni subite, non si distingue tra feriti gravi o leggeri.

Traffico: a volte si è usato impropriamente il termine **Traffico**, che esprime la quantità di trasporto realizzata, al posto di **Circolazione**, perché nel linguaggio comune i due termini sono diventati sinonimici

Principali caratteri rilevati

- Data e località dell'incidente
- Organo di rilevazione
- Localizzazione dell'incidente: fuori dalla zona abitata o nell'abitato
- Tipo di strada
- Pavimentazione
- Fondo stradale
- Segnaletica
- Condizioni meteorologiche
- Natura dell'incidente (scontro, fuoriuscita, investimento, eccetera)
- Tipo di veicoli coinvolti
- Circostanze accertate o presunte dell'incidente
- Conseguenze dell'incidente alle persone e ai veicoli
- Nominativo dei morti
- Nominativo dei feriti e Istituto di ricovero

4.I PRINCIPALI INDICATORI DELL'INCIDENTALITÀ STRADALE

La lettura dei dati assoluti sul numero di incidenti verificatisi sull'intera rete stradale italiana o su un particolare tratto di questa fornisce un'informazione parziale che occorre valorizzare per meglio interpretare il fenomeno incidentalità. È evidente che il numero assoluto di incidenti stradali tende ad aumentare man mano che aumenta il volume di circolazione in termini di veicoli, cioè la quantità di chilometri complessivamente percorsi dai veicoli in Italia. Occorre quindi ricondurre il ragionamento su un piano più squisitamente statistico e dunque sul metodo di lettura dei dati per rendere comprensibile l'interpretazione del quadro statistico sull'incidentalità.

Per un'analisi approfondita dell'incidentalità sarebbe utile disporre di un indicatore di frequenza dei sinistri calcolato come rapporto tra il numero di incidenti ed il volume di circolazione, ottenuto come prodotto dei veicoli circolanti per la percorrenza media chilometrica nell'anno.

Tuttavia, il secondo elemento è disponibile solo per le autostrade a pagamento ed è stimabile solo con un basso livello di approssimazione a livello nazionale; la sua disponibilità per aree più limitate richiederebbe la costruzione di sistemi di monitoraggio del volume di traffico nei tratti di strada più significativi, giornalmente e nelle diverse ore della giornata. In mancanza di rilevazioni sistematiche sul volume di circolazione si ricorre a stime basate sul numero di veicoli circolanti e sul consumo di carburante che comunque non tengono conto dei veicoli appartenenti a non residenti, dei percorsi e dei rifornimenti di benzina effettuati fuori del comune residenziale.

La non disponibilità di questi indicatori non permette un corretto confronto del livello di incidentalità tra le diverse tipologie di strade ed una corretta identificazione dei *black spot* (punti dove si è verificato un numero particolarmente elevato di sinistri).

I dati disponibili dalla rilevazione Istat consentono di calcolare, con riferimento alle diverse forme di sinistrosità, il numero di incidenti, morti e feriti. Con tali elementi si possono costruire alcuni rapporti utili all'interpretazione.

4.1.1 Indice di mortalità

Corrisponde al numero medio di decessi, verificatisi in un determinato anno, ogni 100 incidenti stradali.

$$RM = \left(\frac{M}{I}\right) \cdot 100$$ dove:

M numero dei decessi come conseguenza degli incidenti

I numero dei sinistri

Questo rapporto può essere ulteriormente affinato operando, anziché su tutti gli incidenti verificatisi sulle strade italiane ed i corrispondenti decessi, su particolari sottoinsiemi dell'incidentalità (ambienti stradali, forme di sinistrosità secondo le circostanze che le hanno determinate, tipi di veicoli coinvolti, eccetera).
L'indice di mortalità stradale RM riferito ad un certo anno, misurando il numero medio di morti per incidente, può essere considerato come un **indicatore di gravità (o di pericolosità) dei sinistri**, **tanto maggiore quanto più esso è elevato.**
Prescelta una determinata tipologia di incidenti, se si confronta il rapporto RM di un anno con quello, ad esempio, dell'anno precedente si misura l'incremento (o il decremento) nel tempo dei decessi ogni 100 incidenti e, dunque, si confrontano gli andamenti della gravità media dei sinistri (in termini di morti) nei vari anni.

4.1.2 Indice di lesività

Numero medio di feriti, verificatisi in un determinato anno, ogni 100 incidenti stradali.

$$RF = \left(\frac{F}{I}\right) \cdot 100$$ dove:

F numero dei feriti come conseguenza degli incidenti

I numero dei sinistri

RF può essere considerato un **indicatore di gravità (o di pericolosità) di incidenti**, seppure limitato ai soggetti che, coinvolti in incidenti, non ne sono stati vittime.

4.1.3 Indice di Infortunio

Somma di morti e feriti, verificatisi in un determinato anno, ogni 100 incidenti.

$$RI = \left(\frac{M + F}{I} \right) \cdot 100$$

dove:

(M + F) n° di morti e feriti e dunque l'entità delle persone infortunate

Finora ci si è riferiti al concetto di pericolosità media riguardante il sinistro. Se il riferimento è posto sulla persona, in quanto soggetto passivo ed attivo dell'incidentalità, possono costruirsi altri indicatori di pericolosità degli incidenti

4.1.4 Indice di Pericolosità

Rapporto tra il numero di morti e il numero degli infortunati, verificatisi in un determinato anno, ogni 100 incidenti.

$$RP = \left(\frac{M}{M + F} \right) \cdot 100$$

La quantità RP esprime un indicatore di pericolosità, più fine rispetto ad RM, in quanto, a parità di soggetti coinvolti in sinistri, cresce al crescere del numero M di morti e dunque dell'esito letale della forma di sinistro considerata.

4.1.5 Volume di circolazione

Gli incidenti stradali si verificano in quanto i veicoli merci o passeggeri sono coinvolti in problemi di circolazione. Di conseguenza, per una comprensione più approfondita delle dinamiche dell'incidentalità, conviene introdurre un indicatore del volume di circolazione.

$$R = \left(\frac{V}{C} \right)$$ dove:

- V   n° veicoli coinvolti negli incidenti
- C   n° complessivo dei veicoli in circolazione

Il rapporto R definisce una quantità che informa sul numero dei veicoli che rimangono coinvolti in sinistri per ogni unità di veicoli in circolazione. Si rileva, per inciso, che il numero C rappresenta anche la quantità di veicoli che, in quanto potenzialmente in grado di circolare, può generare o subire un incidente (esposizione al rischio di incidente).

Il rapporto R è tuttavia un parametro grezzo, nel senso che esso non rappresenta correttamente l'esposizione al rischio di incidente per un veicolo. Un veicolo, infatti, pur essendo immesso nella circolazione stradale può esser tenuto fermo per diverse ragioni o comunque può circolare in misura ridotta. E dunque, per valutare

l’esposizione al rischio effettiva, occorre misurare le reali percorrenze chilometriche effettuate dai veicoli.
Per costruire un rapporto di sinistrosità più fine conviene allora considerare le percorrenze chilometriche svolte sia dei veicoli coinvolti in incidenti (date dal prodotto V • v) suddivise per le percorrenze chilometriche complessive dei veicoli in circolazione (date dal prodotto C • c).
Si può allora costruire il rapporto R' che approssima più correttamente di R la probabilità per un veicolo di essere coinvolto in incidente.

$$R' = \left(\frac{V_{coin}}{C_{circ}}\right) \cdot \left(\frac{v_{coin}}{c_{circ}}\right)$$ dove:

- v percorrenze chilometriche medie dei veicoli V coinvolti
- c percorrenze chilometriche medie di tutti i veicoli C circolanti

4.1.6 Costo Sociale

Costo sostenuto dalle amministrazione pubblica, dalle imprese e dalle famiglie a causa del danno subito sia dal singolo cittadino che quello subito dalla collettività a causa di un sinistro, comprendendo: i danni alle persone (morti e feriti), ai veicoli ed all’ambiente.
Il dato è espresso in milioni di euro [M€]. Il Piano Nazionale della Sicurezza Stradale fissa i parametri medi di riferimento del costo sociale in € 1.394.434 (i “vecchi” 2,7 miliardi di Lire) per ogni persona deceduta e € 73.631 piano nazionale sicurezza stradale per ogni persona ferita.
Il costo sociale dei morti e dei feriti medi annui è valutato attraverso la seguente formula:

Costo sociale = n° morti • € 1'394'434 + n° feriti • € 73'631

4.1.7 KSI

Killed or seriously injured - morti o feriti gravi per milione di chilometri percorsi.
Indice usato dall’Ufficio Nazionale di Statistica del Ministrero dei Trasporti della Gran Bretagna; indica il rapporto tra il numero di morti o feriti gravemente negli

incidenti stradali, e il volume di circolazione. Calcolando tale indicatore per ogni categoria di veicolo, è possibile confrontare i valori ottenuti e riconoscere quindi il mezzo di trasporto più pericoloso.

4.2 UTENTI A RISCHIO

4.2.1 Utenti deboli e a rischio

Per trattare degli utenti a rischio non si può prescindere dall'analizzare anche gli utenti deboli, in quanto le due categorie si "sovrappongono".
Insieme sono le categorie di utenti che presentano i più elevati tassi di rischio specifico. Si tratta di un insieme alquanto eterogeneo, costituito – per gli utenti deboli - da:

- i pedoni;
- i ciclisti;
- i conducenti di ciclomotori
- i conducenti di motocicli

per gli utenti a rischio:

- la popolazione anziana (oltre 64 anni);
- la popolazione giovane (meno di 30 anni).

Nel corso del 2000, tra gli utenti deboli ed a rischio si sono registrati 4.144 morti, ovvero 6410 esclusi i 2.230 adulti (30 - 64 anni) su altri mezzi, che corrisponde al **65% del totale**. Appare, dunque, evidente che la riduzione di questa area di incidentalità è una condizione essenziale per il raggiungimento degli obiettivi del Piano.

Tabella 18: Decessi tra gli utenti deboli e a rischio – Valori

		UTENTI A RISCHIO			ADULTI	TOTALE
		GIOVANI	ANZIANI	TOTALE A RISCHIO		
UTENTI DEBOLI	PEDONI (P)	105	449	554	282	836
	BICICLETTE (B)	51	196	247	125	372
	CICLOMOTORI (C)	236	124	360	212	572
	TOTALE (P+B+C)	392	769	1.161	**619 (b)**	1.780
ALTRI MEZZI		1.831	569	2.400	2.230	4.630
NEL COMPLESSO		2.223	1.338	**3.561 (a)**	2.849	6.410

UTENTI DEBOLI E A RISCHIO NEL COMPLESSO (a+b)	**4.180**
QUOTA DI DECESSI TRA UTENTI DEBOLI E A RISCHIO (a+b) SU TOTALE	**65,2%**

Grafico 1: suddivisione degli utenti a rischio in base ai mezzi

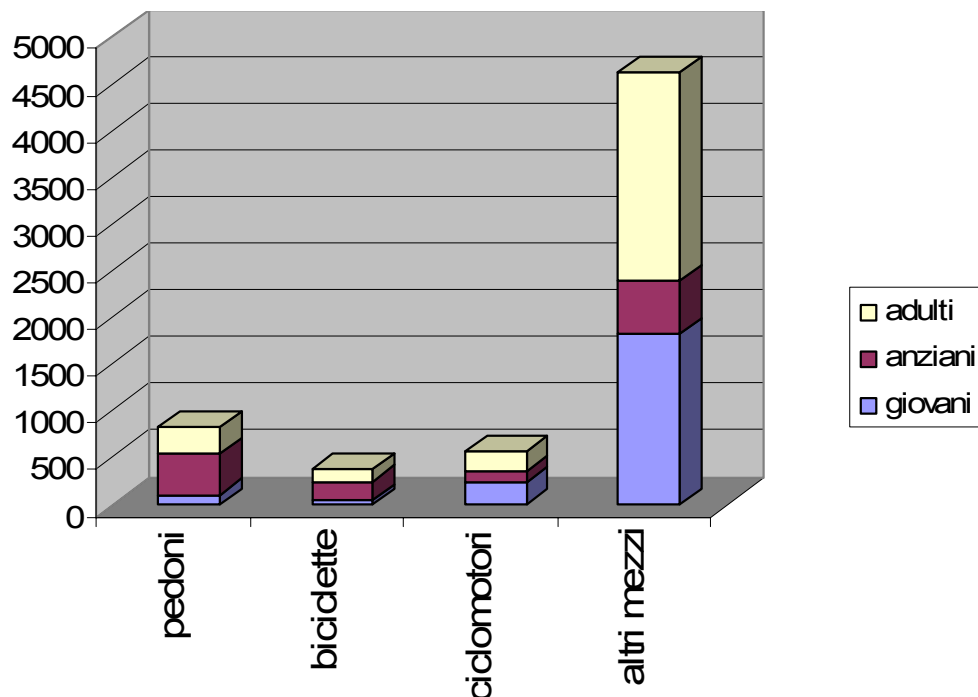
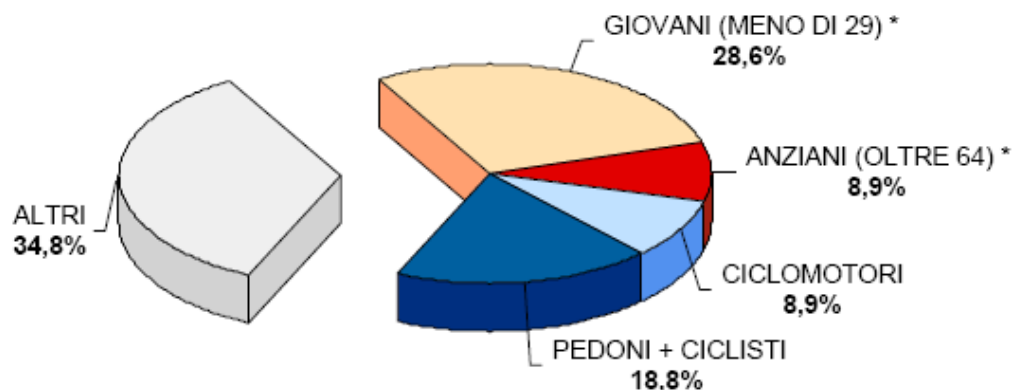



Tabella 19: Decessi tra gli utenti deboli e a rischio – quote per classe di età

		UTENTI A RISCHIO			ADULTI	TOTALE
		GIOVANI	ANZIANI	TOTALE A RISCHIO		
UTENTI DEBOLI	PEDONI (P)	4,7%	33,6%	15,6%	9,9%	13,0%
	BICICLETTE (B)	2,3%	14,6%	6,9%	4,4%	5,8%
	CICLOMOTORI (C)	10,6%	9,3%	10,1%	7,4%	8,9%
	TOTALE (P+B+C)	17,6%	57,5%	32,6%	21,7%	27,8%
ALTRI MEZZI		82,4%	42,5%	67,4%	78,3%	72,2%
NEL COMPLESSO		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Tabella 20: Decessi tra gli utenti deboli e a rischio – quote per tipo di mezzo

		UTENTI A RISCHIO			ADULTI	TOTALE
		GIOVANI	ANZIANI	TOTALE A RISCHIO		
UTENTI DEBOLI	PEDONI (P)	12,6%	53,7%	66,3%	33,7%	100,0%
	BICICLETTE (B)	13,7%	52,7%	66,4%	33,6%	100,0%
	CICLOMOTORI (C)	41,3%	21,7%	62,9%	37,1%	100,0%
	TOTALE (P+B+C)	22,0%	43,2%	65,2%	34,8%	100,0%
ALTRI MEZZI		39,5%	12,3%	51,8%	48,2%	100,0%
NEL COMPLESSO		34,7%	20,9%	55,6%	44,4%	100,0%

Grafico 2: Utenti deboli e a rischio - 2000

* esclusi pedoni e conducenti di ciclomotori

N.B.: I decessi per incidenti tra la popolazione giovane costituiscono il 34,7% del totale. Di questa quota, il 6,1% è costituita da pedoni, ciclisti, conducenti di veicoli a due ruote e il residuo (riportato in figura) è costituito da conducenti e trasportati.

I decessi tra la popolazione anziana costituiscono il 20,9% del totale. Di questi, il 12,0% è costituito da pedoni, ciclisti e conducenti di veicoli a motore a due ruote e il residuo (riportato in figura) da conducenti e trasportati.

Ne consegue che, nell'aggregato costituito dai pedoni, ciclisti, conducenti di ciclomotori e di motocicli morti per incidenti stradali (pari al 27,1% del totale), il 18,1% è costituito da giovani ed anziani ed il residuo 9,0% da adulti di età compresa tra 29 e 64 anni. Ciò implica che esiste una significante sovrapposizione tra utenti deboli ed utenti a rischio.

4.3 SITUAZIONE EUROPEA

La Commissione Europea si sforza di migliorare la qualità dell'ambiente. Gli obiettivi perseguiti sono quelli di un'atmosfera più pulita, di una mobilità sostenibile e di un miglioramento della sicurezza stradale. Per quel che riguarda in particolare la sicurezza stradale, l'obiettivo è quello di ridurre del 50% i morti entro il 2010.

4.3.1 Documenti

LIBRO BIANCO: LA POLITICA EUROPEA DEI TRASPORTI FINO AL 2010

Il Libro bianco, presentato dalla Commissione il 12 settembre **2001**, ha come Obiettivi di rafforzare la qualità del settore stradale, migliorare l'applicazione dei regolamenti in vigore mediante il rafforzamento delle sanzioni dei controlli. In particolare, nei riguardi degli Utenti, l'obiettivo è porre quest'ultimi al centro della politica di trasporto, cioè lottare contro gli incidenti, armonizzare le sanzioni e favorire lo sviluppo di tecnologie più sicure e meno inquinanti

Le misure proposte dalla Commissione, in materia di sicurezza stradale, sono:

- un nuovo programma d'azione sulla sicurezza stradale per il periodo 2002-2010 per **dimezzare il numero di morti** sulle strade;
- armonizzare le sanzioni, la segnaletica ed i tassi di alcoolemia;
- introdurre nuove tecnologie, come la patente di guida elettronica, i limitatori di velocità per le automobili ed i sistemi di trasporti intelligenti nel quadro della e-Europa. In questo contesto, i progressi in corso mirano a proteggere gli occupanti dei veicoli, rafforzare la protezione dei pedoni e dei ciclisti e migliorare la gestione della velocità.

IL PROGRAMMA D'AZIONE EUROPEO PER LA SICUREZZA STRADALE (2003-2010)

Fra tutti i sistemi di trasporto, il trasporto su strada è di gran lunga quello più pericoloso e che paga il prezzo più alto in termini di vite umane. Per questo

motivo il programma d'azione per la sicurezza stradale 2003-2010 prevede una serie di misure come il rafforzamento dei controlli stradali, l'ampio ricorso a nuove tecnologie per la sicurezza, il miglioramento delle infrastrutture stradali e azioni intese a migliorare il comportamento degli utenti. L'obiettivo finale è quello di **ridurre di almeno il 50% il tasso dei decessi entro il 2010.**

Ogni anno, 1.300.000 incidenti provocano più di 40 000 morti e 1 700 000 lesioni. Il costo diretto o indiretto, è stato stimato a 160 miliardi di euro, che corrispondono al 2% del PNL dell'Unione europea (UE). Certi gruppi della popolazione e certe categorie d'utenti sono particolarmente colpiti: i giovani di età compresa fra 15 e 24 anni (10.000 morti l'anno), i pedoni (7.000 morti) e i ciclisti (1.800 morti).

I principali campi d'azione sono i seguenti:

- Incoraggiare gli utenti ad un migliore comportamento
- Sfruttare il progresso tecnico
- Incoraggiare il miglioramento delle infrastrutture stradali
- Sicurezza del trasporto professionale di merci e di passeggeri
- Soccorso e assistenza alle vittime della strada
- Raccolta, analisi e diffusione dei dati sugli incidenti
- Una Carta europea della sicurezza stradale

LA CARTA EUROPEA DELLA SICUREZZA STRADALE

La Carta europea della sicurezza stradale è molto di più di un documento politico Si tratta di un invito della Commissione europea a intraprendere azioni concrete, a valutare i risultati e di accrescere ulteriormente la consapevolezza circa la necessità di ridurre i decessi per incidenti stradali, di dimezzare il numero delle vittime del "traffico" entro il 2010.

In cambio la Carta Europea della Sicurezza Stradale offre il riconoscimento europeo per le associazioni che l'hanno sottoscritta, e rende le azioni per la sicurezza stradale che desiderano effettuare, più visibili a livello europeo.

Firmando la Carta Europea della Sicurezza Stradale, si aiuteranno a sviluppare le conoscenze e lo scambio di buone pratiche sulla sicurezza stradale in Europa.

BILANCIO INTERMEDIO 2006 SUL PROGRAMMA DI AZIONE EUROPEO PER LA SICUREZZA STRADALE

L'obiettivo principale summenzionato, adottato prima dal Parlamento europeo[2] e poi dal Consiglio[3], ha permesso di ottenere progressi importanti. La presente comunicazione traccia il bilancio intermedio (dei primi 5 anni) annunciato nel programma adottato nel 2003. È corredata di un documento di lavoro dei servizi della Commissione contenente statistiche sugli incidenti (parte 1), schede riassuntive per ogni Stato membro (parte 2), un riepilogo della legislazione comunitaria in materia di sicurezza stradale (parte 3), una selezione di progetti finanziati dalla Commissione in questo settore (parte 4) e infine alcuni esempi di impegni di cittadini assunti nell'ambito della carta europea della sicurezza stradale (parte 5).

Bilancio globale a livello dell'Unione europea

Globalmente, nei paesi che oggi formano l'Unione europea si sono registrate 50000 vittime della strada nel 2001 e l'obiettivo comune, proposto nel 2001 e aggiornato dopo l'allargamento nel 2004, è di non superare le 25000 vittime all'anno entro il 2010.

Nel 2005 le vittime sono state ancora **41600**, pari a una **riduzione del 17,5% in 4 anni**. Si tratta di un risultato insufficiente. Proseguendo al ritmo attuale, l'Unione potrebbe contare ancora 32500 vittime nel 2010, ben oltre il massimo previsto di 25000. L'evoluzione degli ultimi dieci anni ha fatto registrare una diminuzione nel 2001 che merita di essere descritta.

La situazione è la seguente:

- tra il 1994 e il 2000 il numero di vittime della strada è calato soltanto del 2% all'anno, mentre il numero di incidenti ha registrato un leggerissimo aumento;

---

[2] Risoluzione del 12 febbraio 2003, GU C 43E del 19.2.2004, pag. 250.

[3] Conclusioni del consiglio Trasporti del 5 giugno 2003, documento 9686/03 (comunicato stampa 146), pag. 22

questo andamento fa pensare che i miglioramenti tecnici apportati ai veicoli siano all'origine di questa tendenza.

- tra il 2001 e il 2005 il numero di vittime della strada è **diminuito in media del 5% all'anno**, mentre il numero di incidenti è diminuito in media del 4% all'anno, e anche del 5% all'anno fra il 2003 e il 2004; questa evoluzione dei grandi indicatori, ormai parallela, corrisponde alle date di entrata in vigore di piani volontari a favore della sicurezza stradale nella maggior parte degli Stati membri.

L'esame delle statistiche per categoria di utenti, di veicoli o per tipo di incidenti mostra che
l'evoluzione non è uniforme. Infatti:

- **la percentuale di motociclisti sul totale delle vittime della strada**, che fino al 1996 era rimasta relativamente stabile attestandosi attorno al 9,5%, non ha smesso di aumentare dopo questa data, per **giungere al 14% nel 2003**.
- in termini assoluti, il numero di motociclisti morti è aumentato del 5,6% fra il 2000 e il 2003, mentre nello stesso periodo il totale delle vittime della strada è diminuito del 12%. Queste cifre sono allarmanti: il numero di **motociclisti che hanno perso la vita sulle strade in Italia**, Belgio, Svezia e Regno Unito **è aumentato rispettivamente del 40%,** 39%, 21% e 15%. In Francia si è registrata una tendenza opposta significativa: fra il 2000 e il 2002 vi è stato un aumento del 10%, seguito poi nel 2003 da una diminuzione dell'8% rispetto all'anno precedente.
- i giovani di età compresa fra i 18 e i 25 anni sono una categoria a rischio: questo 10% della popolazione rappresenta il 21% delle vittime nel 2003 e i quattro quinti delle vittime sono uomini. Questo fenomeno, noto come la « febbre del sabato sera » (gli incidenti avvengono nelle notti del fine settimana), è una vera tragedia.
- i pedoni (5 400 vittime) e i ciclisti (2 000 vittime) continuano a essere particolarmente vulnerabili.
- i pedoni di oltre 65 anni rappresentano circa il 27% di tutti i pedoni rimasti vittime della strada e sono sovra-rappresentati rispetto alla loro percentuale nella popolazione totale (18%).
- i mezzi pesanti sono coinvolti nel 6% di tutti gli incidenti, ma nel 16% degli incidenti mortali, un dato che conferma la maggiore gravità di questi incidenti.

Per contro, il coinvolgimento dei mezzi pesanti negli incidenti diminuisce più rapidamente del numero di incidenti in generale.

- gli incidenti fuori dei centri abitati (escluse le autostrade) sono i più gravi: anche se costituiscono soltanto il 28% di tutti gli incidenti, concentrano il 60% di tutte le vittime della strada.
- gli incidenti nei centri abitati rappresentano il 67% di tutti gli incidenti e il 31% delle vittime della strada.
- gli incidenti e le vittime di incidenti in autostrada rappresentano rispettivamente il 5% e il 9% del totale.

Per quanto riguarda la banca dati CARE (Community database on accidents on the roads in Europe[4]), le informazioni messe a disposizione del pubblico sul sito Internet Europa sono state ampliate e nell'ambito del progetto integrato SAFETY NET (6° programma quadro) sono stati inclusi anche i nuovi Stati membri, la Norvegia e la Svizzera. Occorre sottolineare le difficoltà incontrate con alcuni Stati membri: per esempio, l'Italia non fornisce più dati dal 1999 e quelli forniti dalla Germania contengono informazioni riservate che ne vietano l'utilizzo.

CONCLUSIONI

2001-2005: Progressi più rapidi ma carenze che permangono: globalmente, la sicurezza stradale migliora nell'Unione europea, anche più rapidamente che in passato, ma non in modo uniforme. In particolare, i progressi registrati restano insufficienti e persistono gravi carenze. Esistono numerosi progetti e nessun settore è trascurato: le infrastrutture, il comportamento dei conducenti, i veicoli. L'Unione, gli Stati membri e le altre parti interessate, depositarie della "responsabilità condivisa", devono fare di più e meglio per conseguire l'obiettivo ambizioso approvato collettivamente. Di conseguenza, la Commissione prenderà in considerazione misure integrative nell'ambito del riesame intermedio del Libro Bianco sui trasporti.

LIBRO VERDE: VERSO UNA NUOVA CULTURA DELLA MOBILITÀ URBANA

[4] CARE - Banca di dati comunitaria sugli incidenti stradali: dati dettagliati sugli incidenti stradali raccolti dagli Stati membri

Documento di riflessione sulla mobilità urbana pubblicato dalla Commissione il 25 Settembre 2007.
Si propone di incentivare la ricerca di soluzioni innovative e ambiziose in materia di trasporto urbano, che permettano di rendere le nostre città più agibili, più accessibili, più sicure e meno inquinate, tenendo presente contemporaneamente da un lato, lo sviluppo economico delle città e l'accessibilità del loro territorio e, dall'altro, la qualità di vita e la tutela ambientale.
Nel 2005 sono morte sulle strade dell'UE 41600 persone. Si è ancora lontani dall'obiettivo comune di 25000 vittime entro il 2010. Circa i due terzi degli incidenti e un terzo di quelli mortali avvengono in città e ne sono vittime gli utenti della strada più vulnerabili. Il rischio di rimanere uccisi in un incidente stradale è sei volte superiore per ciclisti e pedoni che per gli automobilisti. Le vittime sono spesso donne, bambini e anziani.

4.3.2 Dati

In ambito Unione europea è attiva una banca dati (CARE) contenente le informazioni elementari (microdati) relative ad ogni sinistro rilevato in un Paese dell'Unione; di seguito si esporranno delle tabelle e grafici aggiornati al 2006.

EVOLUZIONE TEMPORALE

Tabella 21: Evoluzione della sicurezza stradale in EU (morti)

Road safety evolution in EU — **December 2007**

Fatalities

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Belgique/België	1.873	1.671	1.660	1.692	1.449	1.356	1.364	1.500	1.397	1.470	1.486	1.306	1.214	1.162	1.089	1.069
България (Bulgaria)	1.114	1.299	1.307	1.390	1.264	1.014	915	1.003	1.047	1.012	1.011	959	960	943	957	1.043
Česká republika	1.331	1.571	1.524	1.637	1.588	1.562	1.597	1.360	1.455	1.486	1.334	1.431	1.447	1.382	1.286	1.063
Danmark	606	577	559	546	582	514	489	499	514	498	431	463	432	369	331	306
Deutschland	11.300	10.631	9.949	9.814	9.454	8.758	8.549	7.792	7.772	7.503	6.977	6.842	6.613	5.842	5.361	5.091
Eesti	490	287	321	364	332	213	280	284	232	204	199	223	164	170	169	204
Ireland	445	415	431	404	437	453	473	458	414	418	412	376	337	374	399	368
Ελλάδα (Elláda)	2.112	2.158	2.160	2.253	2.412	2.157	2.105	2.182	2.116	2.037	1.880	1.634	1.605	1.670	1.658	1.657
España	8.837	7.818	6.375	5.612	5.749	5.482	5.604	5.956	5.738	5.777	5.517	5.347	5.400	4.749	4.442	4.104
France	10.483	9.902	9.865	9.019	8.892	8.540	8.445	8.920	8.486	8.079	8.162	7.655	6.058	5.530	5.318	4.709
Italia	8.109	8.053	7.187	7.091	7.020	6.676	6.714	6.313	6.688	6.649	6.691	6.739	6.065	5.692	5.818	5.669
Κύπρος (Kypros)/Kibris	103	132	115	133	118	128	115	111	113	111	98	94	97	117	102	86
Latvija	923	729	670	717	611	550	525	627	604	588	558	559	532	516	442	407
Lietuva	1.193	779	893	765	672	667	752	829	748	641	706	697	709	752	760	759
Luxembourg	83	69	78	65	70	71	60	57	58	76	70	62	53	49	46	36
Magyarország	2.120	2.101	1.678	1.562	1.589	1.370	1.391	1.371	1.306	1.200	1.239	1.429	1.326	1.296	1.278	1.305
Malta	16	11	14	6	14	19	18	17	4	15	16	16	16	13	17	10
Nederland	1.281	1.253	1.235	1.298	1.334	1.180	1.163	1.066	1.090	1.082	993	987	1.028	804	750	730
Österreich	1.551	1.403	1.283	1.338	1.210	1.027	1.105	963	1.079	976	958	956	931	878	768	730
Polska	7.901	6.946	6.341	6.744	6.900	6.359	7.310	7.080	6.730	6.294	5.534	5.827	5.640	5.712	5.444	5.243
Portugal	3.217	3.086	2.701	2.505	2.711	2.730	2.521	2.126	2.028	1.877	1.670	1.655	1.542	1.294	1.247	969
România	3.782	3.304	2.826	2.877	2.845	2.845	2.863	2.778	2.505	2.499	2.461	2.398	2.235	2.418	2.641	2.478
Slovenija	462	493	493	505	415	389	357	309	334	313	278	269	242	274	258	262
Slovensko	614	677	584	633	660	616	788	819	647	628	614	610	645	603	560	579
Suomi/Finland	632	601	484	480	441	404	438	400	431	396	433	415	379	375	379	336
Sverige	745	759	632	589	572	537	541	531	580	591	583	560	529	480	440	445
United Kingdom	4.753	4.379	3.957	3.807	3.765	3.740	3.743	3.581	3.564	3.580	3.598	3.581	3.658	3.368	3.336	3.297
	76.076	**71.104**	**65.322**	**63.848**	**63.106**	**59.357**	**60.226**	**58.932**	**57.680**	**56.000**	**53.909**	**53.090**	**49.867**	**46.832**	**46.296**	**42.953**

Tabella 22: Evoluzione della sicurezza stradale in EU (incidenti)

Road safety evolution in EU — December 2007

Accidents

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006 (*)
Belgique/België	58.223	55.438	54.933	53.018	50.744	48.750	50.078	51.167	51.601	49.065	47.444	47.444	43.693	43.565	40.366	*41.114*
България (Bulgaria)														7.612	8.224	*8.222*
Česká republika	21.460	24.936	25.147	27.590	28.746	29.340	28.376	27.207	26.918	25.445	26.027	26.586	27.320	26.516	25.239	*22.115*
Danmark	8.757	8.965	8.513	8.279	8.373	8.080	8.004	7.556	7.605	7.346	6.856	7.121	6.749	6.209	5.413	*5.403*
Deutschland	385.147	395.462	385.384	392.754	388.003	373.082	380.835	377.257	395.689	382.949	375.345	362.054	354.534	339.310	336.619	*327.984*
Eesti	1.923	1.167	1.317	1.584	1.644	1.318	1.491	1.612	1.472	1.504	1.888	2.164	1.931	2.244	2.341	*2.585*
Ireland	6.493	6.677	6.376	6.610	8.117	8.686	8.496	8.239	7.806	7.749	6.909	6.625	5.983	5.781	5.586	*6.846*
Ελλάδα (Elláda)	20.764	22.006	22.165	22.222	22.798	23.775	24.295	24.819	24.231	23.001	19.671	16.809	15.751	15.514	16.914	*1.619*
España	98.128	87.293	79.925	78.474	83.586	85.588	86.062	97.570	97.811	101.729	100.393	98.433	99.987	94.009	91.187	*99.779*
France	148.886	143.361	137.500	132.726	132.949	125.406	125.202	124.387	124.524	121.223	116.745	105.470	90.220	85.390	84.525	*80.309*
Italia	170.702	170.814	153.393	170.679	182.761	190.068	190.031	204.615	225.646	229.034	235.409	239.354	231.740	224.553	225.078	*238.124*
Κύπρος (Kypros)/Kibris					3.052		3.021	2.641	2.500	2.397	2.393	2.367	2.358	2.080	2.548	*2.673*
Latvija	4.271	3.474	3.389	3.814	4.056	3.711	3.925	4.540	4.442	4.482	4.766	5.083	5.379	5.081	4.466	*4.302*
Lietuva	6.067	4.049	4.319	3.902	4.144	4.579	5.319	6.445	6.356	5.807	5.972	6.091	5.965	6.357	6.790	*6.773*
Luxembourg	1.126	1.139	1.184	1.133	1.145	1.050	1.016	1.058	1.076	899	772	769	664	692	708	*762*
Magyarország	24.589	24.623	19.527	20.722	19.817	18.393	19.097	20.147	18.923	17.493	18.505	19.686	19.976	20.957	20.777	*20.977*
Malta			756	845	969						1.231	1.312	1.188	1.281	848	*841*
Nederland	40.703	41.021	40.204	41.391	42.641	41.041	41.036	41.299	42.271	42.271	35.313	33.538	31.635	27.760	27.013	*24.527*
Österreich	44.730	44.730	41.791	42.015	38.956	38.253	39.695	39.225	42.348	42.126	43.073	43.175	43.423	42.657	40.896	*39.884*
Polska	54.038	50.989	48.901	53.647	56.904	57.911	66.586	61.855	55.106	57.331	53.799	53.559	51.078	51.069	48.100	*46.876*
Portugal	48.953	50.851	48.645	45.830	48.339	49.265	49.417	49.357	48.508	44.463	42.521	42.219	41.495	38.930	37.066	*35.680*
România					9.119			8.266	7.950	7.577	7.491	6.975	7.347	8.012	8.509	*7.769*
Slovenija	5.479	5.781	6.290	6.552	6.567	6.273	6.973	5.874	7.009	8.584	9.198	10.266	11.815	12.721	10.509	*11.620*
Slovensko					8.713		9.489	9.704	8.578	7.884	8.181	7.866	8.551	8.443	7.903	*7.988*
Suomi/Finland	9.374	7.882	6.147	6.245	7.812	7.274	6.980	6.902	6.997	6.633	6.451	6.196	6.907	6.767	7.020	*6.740*
Sverige	16.003	15.599	14.959	15.888	15.626	15.321	15.752	15.514	15.834	15.770	15.796	16.947	18.365	18.029	18.094	*18.118*
United Kingdom	242.060	239.754	235.492	241.037	237.336	243.286	247.479	246.410	242.610	242.117	236.461	234.247	220.079	213.043	203.712	*194.161*
	1.444.623	**1.434.796**	**1.374.434**	**1.406.067**	**1.420.352**	**1.408.916**	**1.436.023**	**1.451.802**	**1.482.628**	**1.462.996**	**1.435.319**	**1.409.125**	**1.361.130**	**1.314.585**	**1.289.648**	***1.277.126***

(*) provisional data

Tabella 23: Evoluzione della sicurezza stradale in EU (infortunati)

Road safety evolution in EU — December 2007

Injured

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006 (*)
Belgique/België	82.646	79.101	78.008	75.332	72.300	68.899	71.540	72.758	73.145	69.961	67.295	61.550	59.251	58.805	53.610	*55.684*
България (Bulgaria)	5.168	8.169	8.548	8.441	8.717	7.325	7.007	7.980	9.045	8.030	7.990	8.099	8.488	9.308	10.112	10.215
Česká republika	27.502	32.000	32.277	35.667	36.967	37.743	36.608	35.227	34.710	32.439	33.676	34.389	35.438	34.254	32.211	*28.114*
Danmark	10.265	10.514	9.930	9.757	9.991	9.810	9.617	9.175	9.393	9.093	8.465	8.791	8.412	7.546	6.589	*6.515*
Deutschland	505.535	516.797	505.591	516.415	512.141	493.158	501.094	497.319	521.127	504.074	494.775	476.413	462.170	440.126	433.443	*422.337*
Eesti	2.131	1.289	1.502	1.832	1.897	1.547	1.837	1.989	1.690	1.843	2.443	2.868	2.539	2.875	3.240	*3.509*
Ireland	9.877	10.189	9.833	10.231	12.679	13.495	13.298	12.955	12.510	12.224	10.405	9.206	8.430	7.867	-	-
Ελλάδα (Elláda)	28.949	30.284	29.910	30.297	31.180	32.755	33.464	33.721	32.706	30.763	26.336	22.459	20.737	20.179	22.048	*20.675*
España	148.450	129.949	118.065	114.525	122.277	124.955	126.152	142.302	143.741	150.526	150.305	147.610	150.634	138.383	132.809	*143.406*
France	205.968	198.103	189.020	180.832	181.403	170.117	169.578	168.535	167.572	162.117	153.945	137.839	115.602	108.727	108.076	*102.125*
Italia	240.714	241.106	216.111	239.184	259.571	272.115	270.966	293.842	322.999	321.796	335.029	341.660	318.961	316.630	313.727	332.955
Κύπρος (Kypros)/Kibris	4.164	4.731	4.196	4.374	4.519	4.516	4.490	3.916	3.712	3.586	3.528	3.526	3.411	3.176	2.296	*2.589*
Latvija	4.543	3.766	3.721	4.380	4.903	4.324	4.674	5.414	5.244	5.449	5.852	6.300	6.639	6.416	5.600	*5.404*
Lietuva	6.638	4.251	4.555	4.146	4.508	5.223	6.198	7.667	7.696	6.960	7.103	7.428	7.266	7.862	8.466	*8.496*
Luxembourg	1.639	1.656	1.642	1.575	1.660	1.538	1.498	1.500	1.500	1.255	1.176	1.728	1.049	1.079	1.043	*1.128*
Magyarország	32.676	32.577	25.430	26.961	25.886	23.939	24.757	26.392	24.670	22.698	24.149	25.978	26.627	28.050	27.505	*27.993*
Malta			471	471	652		754	883	562	1.169	1.215	1.295	1.170	1.190	1.131	*1.178*
Nederland	47.278	48.069	47.728	49.215	50.711	48.983	49.116	49.543	51.097	46.084	42.810	40.682	37.976	34.181	31.828	*28.559*
Österreich	49.721	49.721	46.416	46.570	44.405	43.507	45.497	45.168	48.565	48.484	49.696	50.099	56.878	55.857	53.234	*51.930*
Polska	54.038	50.989	48.901	64.573	70.226	71.419	83.169	77.560	68.449	71.638	68.194	67.498	63.900	64.661	61.196	*59.123*
Portugal	68.793	70.274	66.087	61.585	65.202	65.997	65.934	66.342	65.082	59.696	56.839	56.379	55.068	51.850	49.096	*47.018*
România										6.315	5.963	5.538	5.594	5.594	5.868	*5.291*
Slovenija	6.938	7.254	7.762	7.882	8.001	8.001	8.675	7.374	8.980	11.574	12.673	14.404	16.898	18.723	14.607	*11.882*
Slovensko		11.500	11.418	10.994	11.573	11.618	12.547	12.892	11.466	10.096	10.837	10.263	11.321	11.190	10.490	*10.692*
Suomi/Finland	11.547	9.899	7.806	8.080	10.191	9.299	8.957	9.097	9.052	8.508	8.411	8.156	9.088	8.791	8.983	*8.580*
Sverige	21.057	20.727	19.741	21.083	21.173	20.810	21.280	21.356	21.964	22.032	22.330	24.747	27.103	26.582	26.459	*26.636*
United Kingdom	316.929	317.638	313.278	323.646	318.647	329.413	336.758	321.791	316.887	316.874	317.306	305.958	297.274	286.979	275.840	*263.005*
	1.907.126	**1.894.423**	**1.811.261**	**1.861.362**	**1.894.226**	**1.885.557**	**1.920.046**	**1.937.278**	**1.978.197**	**1.946.284**	**1.928.740**	**1.880.864**	**1.817.924**	**1.756.881**	**1.709.488**	***1.678.474***

(*) provisional data

Grafico 3: Evoluzione della sicurezza stradale in EU (morti, incidenti e infortunati)

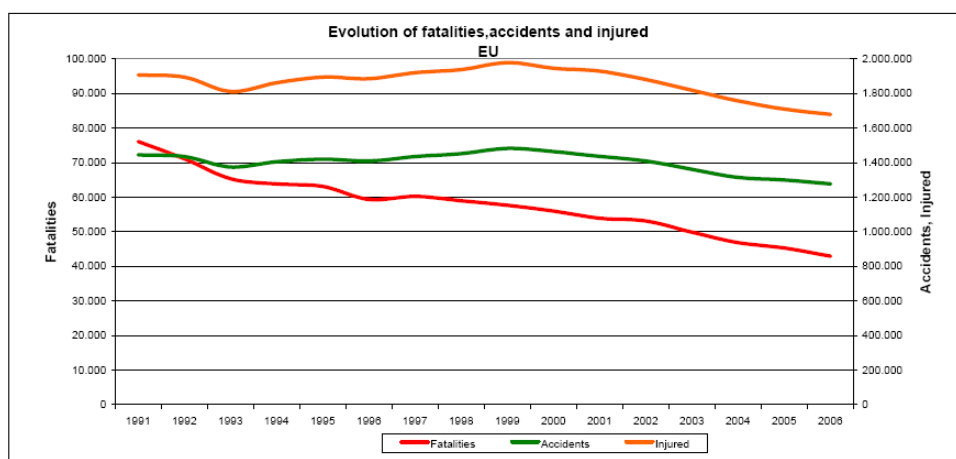



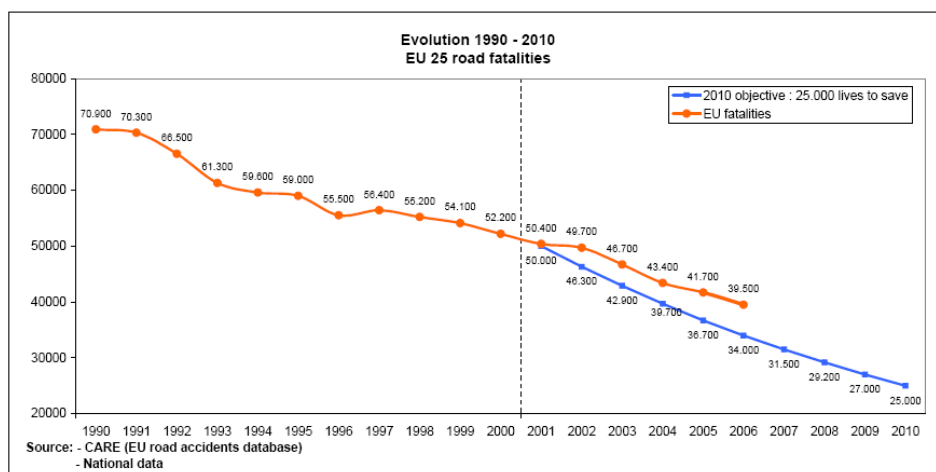
Grafico 4: Evoluzione degli incidenti mortali dal 1990 al 2006 ed obiettivo fino al 2010

Dai primi grafici si nota che la tendenza è positiva in quanto diminuiscono sia i morti, che gli incidenti e i feriti, anche se l’andamento non rispetta l’obiettivo delle 25000 vittime nel 2010.

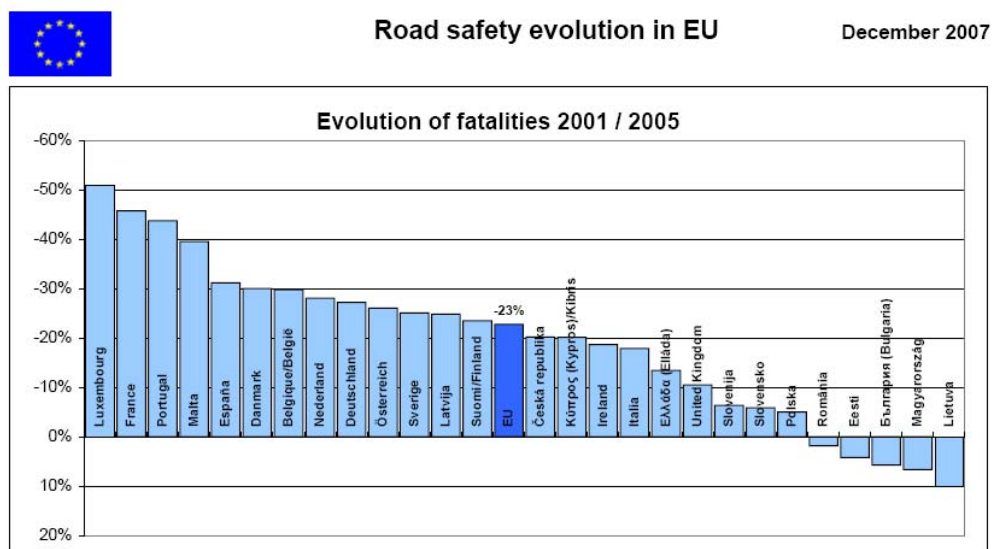
Grafico 5: Evoluzione degli incidenti mortali nei singoli paesi della comunità Europea

Inoltre la diminuzione del 23% del numero di incidenti mortali rappresenta la media dei paesi della EU, infatti mentre nel Lussemburgo, Francia e Portogallo la diminuzione supera il 40%, ci sono anche dei Paesi in controtendenza, come la Lituania (+10%), l’Ungheria, la Bulgaria, l’Estonia e la Romania.

Grafico 6: Incidenti mortali in funzione del sistema di trasporto

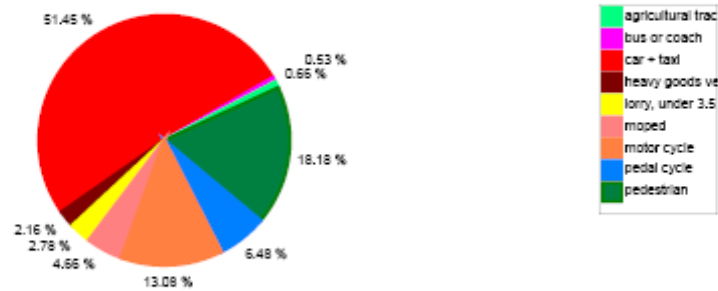
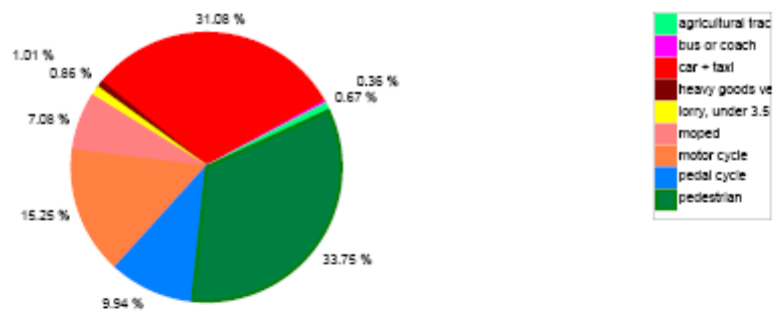
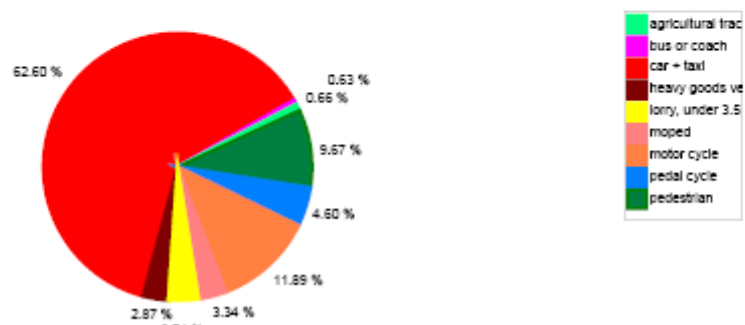
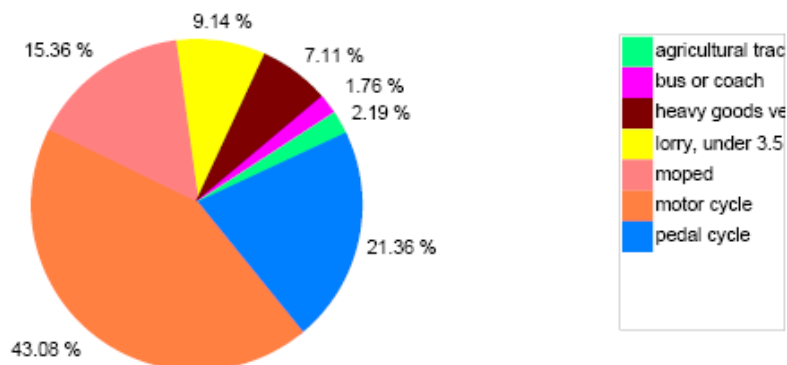



Grafico 7: Incidenti mortali in funzìone del sistema di trasporto (escluse le autovetture)

I motocicli sono il 2° sistema di trasporto, dopo le autovetture (51.45%) ben più numerose, ad avere il più alto numero di incidenti mortali con il 13.08% sul totale, che sale al 15.25% se consideriamo quelli avvenuti nelle aree urbane, e senza considerare i ciclomotori (moped 7.08%)

Escluse le auto, gli incidenti mortali dei motocicli sono il 43.08%, e insieme ai ciclomotori il 64.44%

SESSO, TIPO DI UTENTI E PERIODO DELL'ANNO

Grafico 8: incidenti mortali divisi per sesso

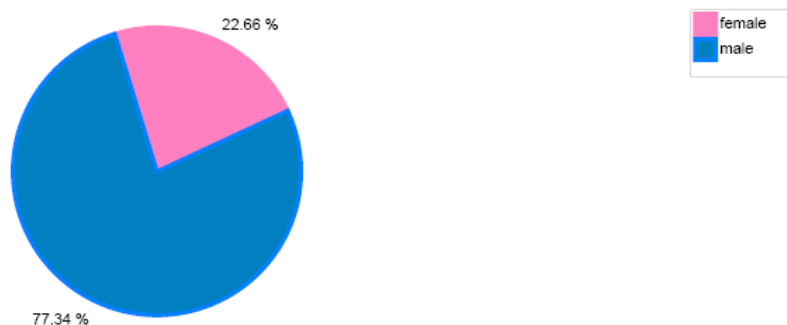



Grafico 9: incidenti mortali divisi per tipo di utente (guidatore, passeggero o pedone)

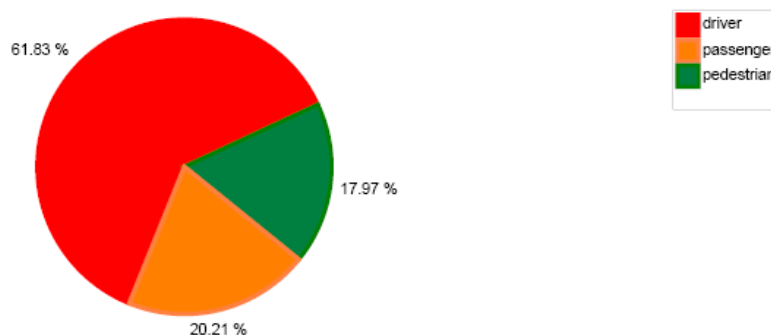
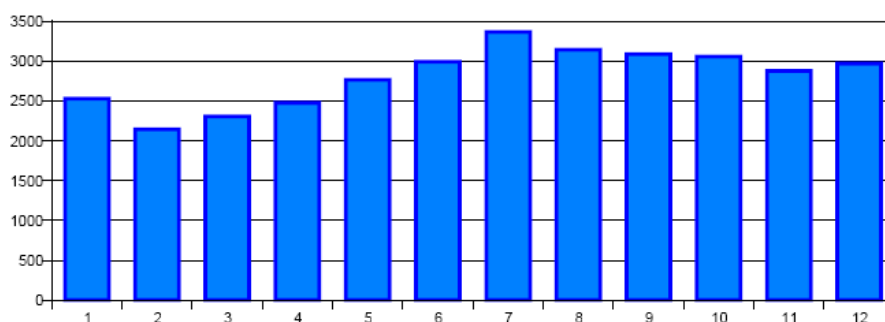



Grafico 10: incidenti mortali ripartiti tra i mesi dell'anno

Total

Negli incidenti mortali sono coinvolti nel 77.40% utenti maschili, e maggiormente nel mese di Luglio. Febbraio è il mese dove ci sono meno vittime.

4.3.3 Rapporto statistico su motociclisti e ciclomotoristi

Gli incidenti mortali tra i motociclisti e i ciclomotoristi sono stati il 20,4% degli incidenti totali nel 2004, ovvero 5484 utenti (tra conducenti e passeggeri) in 14 paesi dell'Unione Europea (EU-14[5]), con un calo dello 0.3% rispetto ai 5501 morti del 2003. In alcuni Paesi c'è stata una riduzione del 6.0% nel decennio 1995-2004.

[5] EU-14 = EU-15 senza la Germania

Tabella 24: Numero degli incidenti mortali dei motociclisti e ciclomotoristi, negli Stati Europei, 1995-2004

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
BE	187	174	193	199	198	184	210	226	169	153
DK	63	49	46	60	67	71	55	62	68	69
EL	628	541	506	569	561	496	503	396	363	434
ES	865	844	899	928	902	866	831	784	758	760
FR	1.164	1.170	1.250	1.279	1.281	1.227	1.356	1.298	1.126	1.205
IE	57	58	68	37	43	40	50	44	55	-
IT	1.187	1.192	1.221	1.191	1.180	1.279	1.315	1.289	1.441	1.458
LU	4	6	3	7	5	8	6	0	-	-
NL	208	198	180	165	182	196	154	191	189	-
AT	152	131	169	120	151	156	144	135	156	142
PT	793	733	680	556	506	437	413	369	370	302
FI	33	33	24	25	21	19	23	29	35	36
SE	41	54	49	52	48	49	47	49	56	74
UK	454	447	525	509	556	612	594	628	715	607
EU-14	5.835	5.630	5.814	5.697	5.701	5.640	5.701	5.500	5.501[2]	5.484[1]
Yearly change	-	-3,5%	3,3%	-2,0%	0,1%	-1,1%	1,1%	-3,5%	0,0%	-0,3%

Tabella 25: Percentuale incidenti mortali dei motociclisti e ciclomotoristi per milione di abitanti

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
BE	18,5	17,2	19,0	19,5	19,4	18,0	20,5	21,9	16,3	14,7
DK	12,1	9,3	8,7	11,3	12,6	13,3	10,3	11,5	12,6	12,8
EL	59,3	50,7	47,1	52,6	51,7	45,5	46,0	36,1	33,0	39,3
ES	22,0	21,4	22,7	23,4	22,7	21,6	20,5	19,1	18,2	17,9
FR	19,6	19,7	20,9	21,3	21,3	20,3	22,3	21,2	18,3	19,4
IE	15,8	16,0	18,6	10,0	11,5	10,6	13,0	11,3	13,9	-
IT	20,9	21,0	21,5	20,9	20,7	22,5	23,1	22,6	25,1	25,2
LU	9,9	14,6	7,2	16,6	11,7	18,5	13,7	0,0	-	-
NL	13,5	12,8	11,6	10,5	11,5	12,4	9,6	11,9	11,7	-
AT	19,1	16,5	21,2	15,1	18,9	19,5	18,0	16,7	19,3	17,4
PT	79,2	73,0	67,5	55,0	49,9	42,8	40,2	35,8	35,6	28,8
FI	6,5	6,4	4,7	4,9	4,1	3,7	4,4	5,6	6,7	6,9
SE	4,7	6,1	5,5	5,9	5,4	5,5	5,3	5,5	6,3	8,2
UK	7,8	7,7	9,0	8,7	9,5	10,4	10,1	10,6	12,0	10,2
EU-14	20,1	19,3	19,9	19,4	19,4	19,1	19,2	18,5	18,3[2]	17,0[1]

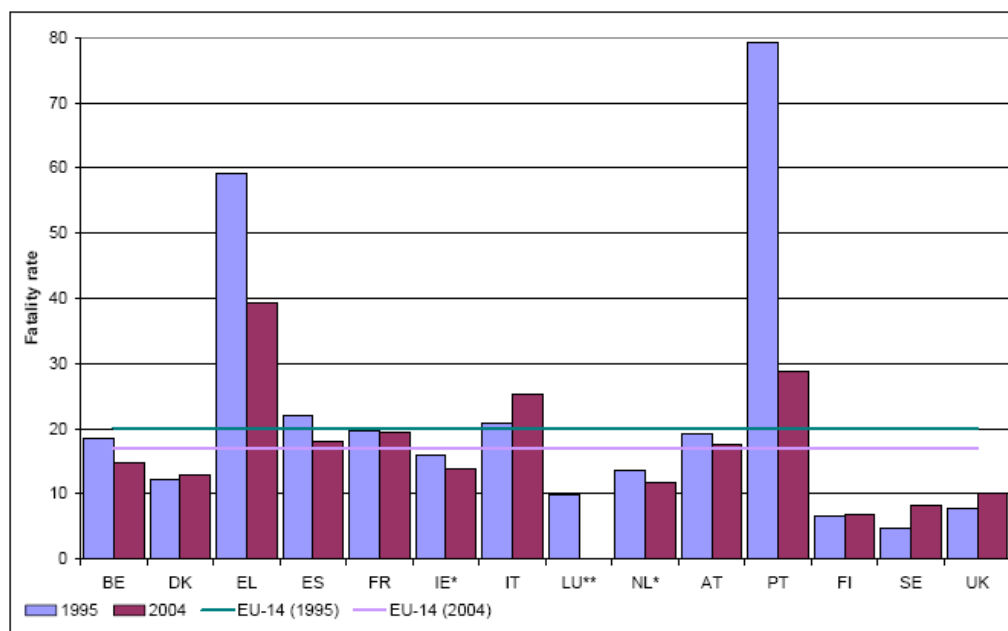
Grafico 11: Percentuale incidenti mortali dei motociclisti e ciclomotoristi per milione di abitanti, 1995-2004

Nel

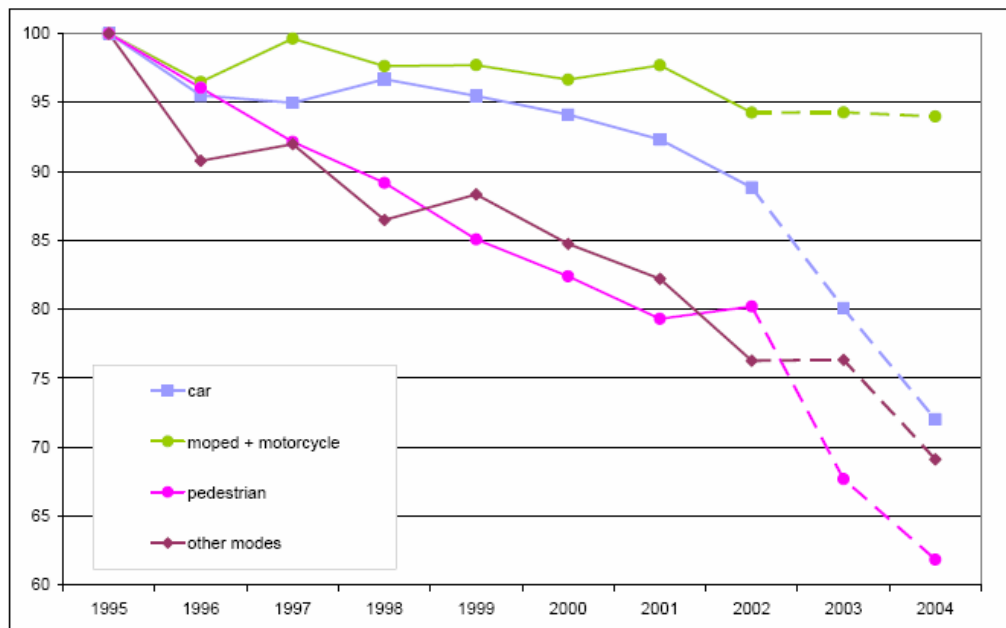
Grafico 11 si osserva nella percentuale di incidenti mortali per milione di abitanti, una **diminuzione media del 15%** (da 20.1 nel 1995 a 17.0 nel 2004), mentre per alcuni Paesi come l'Italia addirittura c'è stato un aumento da 20.9 a 25.2, ovvero del 20.6%

Tabella 26: Incidenti mortali di motociclisti e ciclomotoristi come percentuale sul n° totale di incidenti stradali divisi per Paesi

%	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
BE	12,9	12,8	14,1	13,3	14,2	12,5	14,1	17,3	13,9	13,2
DK	10,8	9,5	9,4	12,0	13,0	14,3	12,8	13,4	15,7	18,7
EL	26,0	25,1	24,0	26,1	26,5	24,3	26,8	24,2	22,6	26,0
ES	15,0	15,4	16,0	15,6	15,7	15,0	15,1	14,7	14,0	16,0
FR	13,1	13,7	14,8	14,3	15,1	15,2	16,6	17,0	18,6	21,8
IE	13,0	12,8	14,4	8,1	10,4	9,6	12,1	11,6	16,3	-
IT	16,9	17,9	18,2	18,9	17,6	19,2	19,7	19,1	23,8	25,9
LU	5,7	8,5	5,0	12,3	8,6	10,5	8,6	0,0	-	-
NL	15,6	16,8	15,5	15,5	16,7	18,1	15,5	19,4	18,4	-
AT	12,6	12,8	15,3	12,5	14,0	16,0	15,0	14,1	16,8	16,2
PT	29,3	26,9	27,0	26,2	25,4	23,5	24,7	22,1	24,0	23,3
FI	7,5	8,2	5,5	6,3	4,9	4,8	5,3	7,0	9,2	9,6
SE	7,2	10,1	9,1	9,8	8,3	8,3	8,1	8,8	10,6	15,4
UK	12,1	12,0	14,0	14,2	15,6	17,1	16,5	17,5	19,5	18,0
EU-14	15,9	16,1	16,7	16,5	16,7	16,8	17,3	17,3	18,8[2]	20,4[1]

Gli incidenti mortali dei motociclisti e dei ciclomotoristi corrispondono in media al 20.4% del totale degli incidenti stradali, in Italia si arriva al 25.9%, al contrario in Finlandia sono il 9.6%.

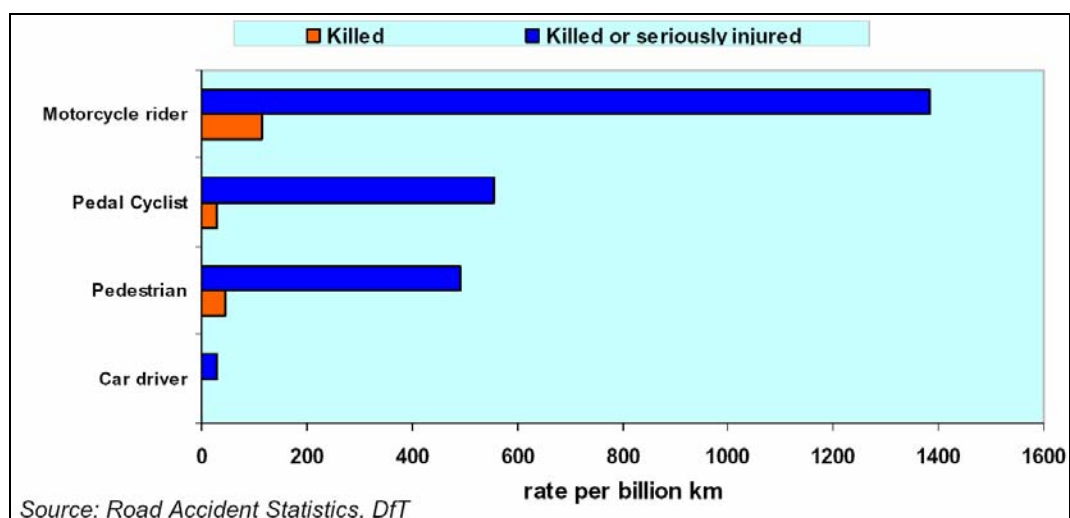
Un minor numero di incidenti mortali di motociclisti e di ciclomotoristi combinato con l'aumento della loro quota rispetto al numero totale di incidenti stradali, implica una forte diminuzione degli incidenti negli altri modi di trasporto, come si può vedere nel Grafico 12. Dal 2002 in avanti le linee sono tratteggiate perché per alcuni Paesi non ci sono dati tra il 2003 e il 2004.

Grafico 12: Indice (1995=100) degli incidenti mortali dei motociclisti e ciclomotoristi, rispetto a quelli degli altri sistemi di trasporto (auto, pedoni, altri modi)

<u>**KSI**</u>

Alcuni studi inglesi, considerati dagli addetti ai lavori particolarmente significativi per la loro attendibilità, hanno valutato per ogni categoria di veicolo il cosiddetto tasso KSI[6] (morti o gravemente feriti per milione di chilometri percorsi).

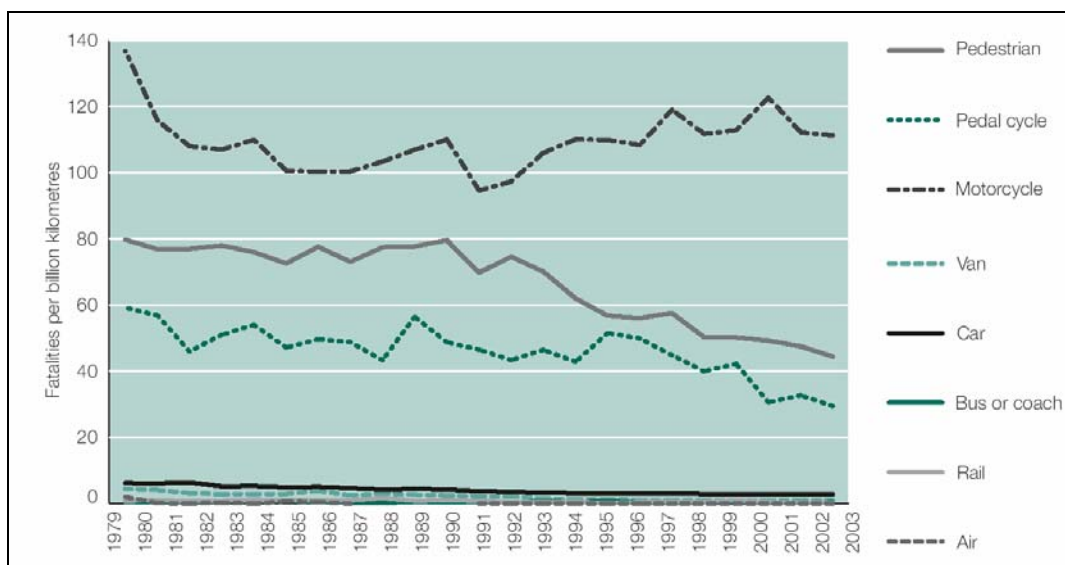
Il rapporto statistico annuale del 2004, prodotto dall'ufficio di statistica del Dipartimento dei Trasporti del Governo Inglese, intitolato "Transport Statistic Bulletin", nella sezione intitolata "Compendium of Motorcycling Statistics" riporta una serie di dati statistici sull'incidentalità stradale, relativi all'anno 2003

Grafico 13: Percentuale di morti e feriti gravi per miliardo di chilometri – Inghilterra, 2003.

[6] ibidem, paragrafo indici.

I ricercatori riferiscono che *"…i motociclisti sono sottoposti ad un rischio di infortunio molto maggiore rispetto agli altri utenti della strada; i dati indicano come il rischio di rimanere uccisi o seriamente feriti (**KSI**), per chilometro percorso, è **più di dodici volte quello dei ciclisti, e almeno 50 volte quello degli automobilisti**"*.

Già nel 2001, in un altro rapporto annuale sulla sicurezza stradale commissionato dallo stesso Dipartimento dei Trasporti inglese, intitolato "Road Safety Research Report", nella sezione intitolata "In-depth Study of Motorcycle Accidents", si leggeva che nel 2000 tale rapporto era di 1:12 nei confronti dei ciclisti e di 1:16 nei confronti degli automobilisti.

Il più recente documento prodotto dal Dipartimento dei Trasporti inglese e che riporti informazioni utili al riguardo è il Libro Bianco intitolato "The Future of Transport - a network for 2030". Nel capitolo "Safety and security: protecting people and networks" è presentato il Grafico 14: Morti, per tipo di trasporto – Inghilterra, 1979-2003, estratto dai dati rilevati: esso ci sembra emblematico di quanto stiamo sostenendo, poiché si può notare immediatamente come emergano nettamente, in fatto di vulnerabilità, le categorie dei pedoni, dei ciclisti e quella dei motociclisti, che anzi risulta essere la più vulnerabile; lo studio, che copre un arco di tempo che va dal 1979 al 2003, mostra inoltre anche il confronto con altri sistemi di trasporto che non siano su strada.

Grafico 14: Morti, per tipo di trasporto – Inghilterra, 1979-2003

ETÀ E SESSO

Nel 2004, come si può osservare dalla

Tabella 27 e dalla Tabella 28, quasi il 30% degli incidenti mortali di motociclisti e di ciclomotoristi (1624 persone) sono giovani sotto i 25 anni, che è all'incirca uguale alla percentuale dei morti occupanti le auto (28.5% - 26.9% = 1.6%) E' una convinzione comune in tutti i 14 Paesi dell'Unione Europea che i Giovani sono inclini agli incidenti mortali di motocicli e ciclomotori, invece ma **quasi il 50%** dei morti e di età compresa tra i **25 e i 44 anni**. Come può essere calcolato dalla

Tabella 27 **più del 90%** degli incidenti mortali di motociclisti e di ciclomotoristi in tutti i Paesi sono **maschi**.

La maggioranza dei morti tra gli occupanti le autovetture sono pure maschi (quasi il 72%), tuttavia la proporzione è molto inferiore a quella dei motociclisti e dei ciclomotoristi.

Tabella 27: Percentuale degli incidenti mortali dei motociclisti e ciclomotoristi, in funzione dell'età, 2004.

Age group	0-14		15-24		25-44		45-64		>64		Unknown
Gender	female	male	female	male	female	male	female	male	female	male	
BE	0,0	0,0	2,0	16,3	5,9	49,7	2,0	20,9	0,0	2,0	1,3
DK	1,4	1,4	1,4	17,4	1,4	36,2	4,3	21,7	1,4	13,0	0,0
EL	0,2	0,7	2,1	30,0	3,2	44,5	0,5	10,8	0,7	6,5	0,9
ES	0,2	0,8	4,0	27,7	3,4	44,0	1,1	11,5	0,2	5,9	1,3
FR	0,2	1,0	2,6	32,5	2,4	43,8	1,4	13,9	0,1	2,0	0,2
IE*	0,0	0,0	0,0	25,5	0,0	65,5	0,0	5,5	0,0	0,0	3,6
IT	0,3	1,1	2,7	23,3	3,8	45,4	0,8	13,0	0,5	6,1	3,1
LU**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NL*	0,0	1,1	5,8	20,6	2,1	37,6	1,6	16,9	1,6	12,7	0,0
AT	0,0	0,0	4,2	21,1	3,5	36,6	0,7	23,9	0,7	9,2	0,0
PT	0,0	0,8	0,8	25,8	0,8	45,5	0,4	17,0	1,1	8,0	0,0
FI	2,7	5,4	0,0	32,4	0,0	21,6	2,7	13,5	0,0	18,9	2,7
SE	0,0	0,0	1,4	25,7	5,4	36,5	2,7	21,6	0,0	6,8	0,0
UK	0,2	0,5	0,5	21,3	3,1	58,5	0,7	13,2	0,0	1,3	0,8
EU-14	0,2	0,9	2,5	26,0	3,1	45,7	1,0	13,9	0,4	5,1	1,3

Tabella 28: percentuale dei morti tra gli occupanti le autovetture in base all'età e al sesso

age	0-14		15-24		25-44		45-64		>64		Unknown
gender	female	male	female	male	female	male	female	male	female	male	
BE	1,3	0,3	5,0	25,0	9,1	29,7	4,2	12,5	3,9	8,7	0,3
DK	2,2	1,6	6,5	21,0	6,5	24,7	7,5	12,4	7,5	10,2	0,0
EL	1,2	1,0	5,0	18,3	8,6	31,7	6,1	15,9	3,0	9,0	0,1
ES	1,3	1,4	5,5	17,3	9,1	29,9	6,7	14,3	5,0	7,6	1,9
FR	1,4	1,5	6,6	22,1	7,4	25,0	6,8	12,0	6,8	10,0	0,2
IE*	2,3	1,1	9,2	24,7	6,3	25,3	4,0	9,8	6,9	5,2	5,2
IT	1,1	1,0	4,5	18,0	7,9	26,2	4,9	13,9	5,1	12,8	4,7
LU**	0,0	3,8	5,8	19,2	9,6	46,2	1,9	9,6	1,9	1,9	0,0
NL*	1,4	2,3	8,1	22,6	5,4	29,0	4,1	12,0	5,4	8,7	1,0
AT	1,0	0,6	7,7	23,1	8,3	24,8	4,2	16,0	4,4	9,6	0,2
PT	1,9	1,1	5,7	17,2	6,8	31,8	5,7	14,9	5,9	7,4	1,5
FI	0,9	2,7	7,2	24,4	6,3	17,6	6,8	12,2	8,6	13,1	0,0
SE	0,0	3,1	4,2	17,7	6,3	23,3	5,6	12,8	9,4	17,7	0,0
UK	1,0	1,5	8,7	27,9	7,5	22,3	5,3	8,3	7,6	9,7	0,3
EU-14	1,2	1,4	6,1	20,8	7,9	26,7	5,8	12,8	5,8	9,9	1,5

CONDUCENTI E PASSEGGERI

Quasi tutti gli incidenti dei motociclisti e ciclomotoristi avvengono senza passeggero. Una percentuale più alta (maggiore al 10%) di passeggeri di motocicli e ciclomotori perdono la vita in Grecia , Spagna e Svezia. Questo deve essere dovuto al fatto che non usano i caschi o che più motociclisti trasportano passeggeri.

Tabella 29: Morti tra motociclisti, ciclomotoristi e relativi passeggeri, 2004

	Rider	Passenger	Sum	% rider	% passenger
BE	146	7	153	95%	5%
DK	67	2	69	97%	3%
EL	380	54	434	88%	12%
ES	682	78	760	90%	10%
FR	1.121	84	1.205	93%	7%
IE*	52	3	55	95%	5%
IT	1.324	134	1.458	91%	9%
LU**	0	0	0	-	-
NL*	180	9	189	95%	5%
AT	135	7	142	95%	5%
PT	33	3	36	92%	8%
FI	279	23	302	92%	8%
SE	66	8	74	89%	11%
UK	579	28	607	95%	5%
EU-14	5.044	440	5.484	92%	8%

RETE STRADALE: AUTOSTRADE E TIPO D'AREA

Dalla Tabella 30 si osserva che la maggioranza degli incidenti mortali dei motociclisti e dei ciclomotoristi non si verificano sulle autostrade, ma sul resto della rete stradale. Questo si spiega dal fatto che ai ciclomotori non è permesso l'accesso alle autostrade in molti Paesi Europei. Per di più, le autostrade hanno gli accessi controllati e il loro allacciamento alla rete stradale avviene attraverso svincoli. Anche l'esistenza di carreggiate separate per ogni flusso di traffico, sulle autostrade, riduce il numero di incidenti mortali dei motociclisti. Gli incidenti mortali dei ciclomotori avvengono con maggior frequenza nelle aree urbane, mentre il numero di incidenti mortali dei motociclisti è più elevato nelle aree extraurbane.

Tabella 30: Morti tra motociclisti e ciclomotoristi in base al tipo di area e di strada, 2004

	Fatalities Moped			Fatalities Motorcycle			% MC+Moped of all fatalities by road type		
	Inside urban area	Outside urban area		Inside urban area	Outside urban area		Inside urban area	Outside urban area	
		motor-way	non motorway		motor-way	non motorway		motor-way	non motorway
BE	16	0	16	38	4	78	18,3%	3,2%	14,7%
DK	28	0	18	7	1	15	29,2%	3,7%	14,9%
EL	36	1	4	261	14	29	38,8%	12,9%	13,6%
ES	175	1	184	95	16	288	30,0%	6,0%	13,3%
FR	168	0	171	327	39	500	32,3%	12,5%	18,2%
IE*	-	-	-	17	1	37	19,1%	12,5%	15,4%
IT	241	0	147	500	62	508	32,1%	9,6%	24,6%
LU**	0	0	0	0	0	0	-	-	-
NL*	55	1	38	22	21	52	22,3%	14,6%	16,9%
AT	19	0	25	17	5	76	15,5%	4,2%	19,1%
PT	73	0	48	96	17	68	30,3%	14,7%	18,7%
FI	6	0	0	7	2	0	15,9%	11,8%	0,0%
SE	7	0	11	19	1	35	20,8%	3,1%	14,9%
UK	17	0	8	223	14	312	17,8%	8,5%	18,6%
EU-14	841	3	670	1.629	197	1.999	28,3%	9,5%	17,8%
%	55,5 %	0,2%	44,3%	42,6%	5,1%	52,3%			

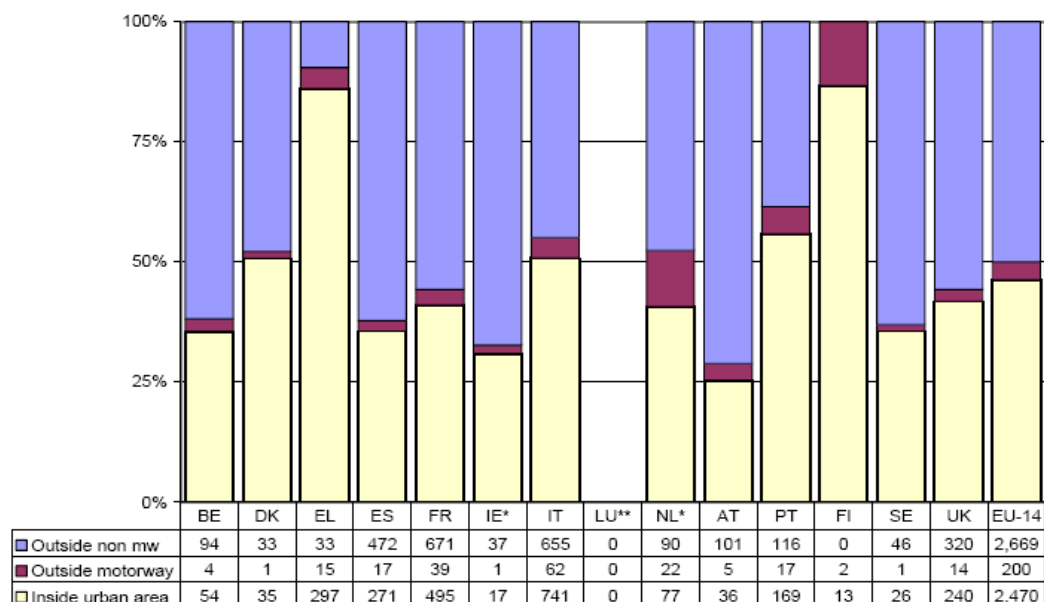
AREE URBANE ED EXTRAURBANE

Il Grafico 15 mostra che nel 2004, 2470 motociclisti e ciclomotoristi hanno perso la vita nelle **aree urbane**, che corrisponde al **45%** di tutti gli incidenti mortali dei motociclisti e dei ciclomotoristi, una percentuale alta rispetto a quella degli occupanti le autovetture (19%) nell'area urbana.

Nelle **strade extraurbane**, tra gli occupanti le autovetture ci sono state 9628 vittime (67%), rispetto ai 2669 motociclisti (**49%**).

I motociclisti che hanno perso la vita nelle **autostrade** invece sono una piccola percentuale (**4%**).

Grafico 15: quota di morti tra motociclisti e ciclomotoristi in base al tipo di area e di strada, 2004

	BE	DK	EL	ES	FR	IE*	IT	LU**	NL*	AT	PT	FI	SE	UK	EU-14
Outside non mw	94	33	33	472	671	37	655	0	90	101	116	0	46	320	2,669
Outside motorway	4	1	15	17	39	1	62	0	22	5	17	2	1	14	200
Inside urban area	54	35	297	271	495	17	741	0	77	36	169	13	26	240	2,470

TIPO DI INTERSEZIONE[7]

La Tabella 31 indica che **quasi il 30%** di tutti gli incidenti mortali dei motociclisti e dei ciclomotoristi (1631) avvengono **nelle intersezioni.** Per fare un paragone, quelli degli occupanti le automobili sono solo il 17.1% (Tabella 32).

[7] incrocio (cross-road), intersezione a T, a Y, passaggio a livello (level crossing), rotatoria (round-about)

Tra quelli nelle intersezioni, il 38.8% degli incidenti mortali avviene ad un incrocio.

Nella Tabella 31 è indicato che in tutti i sistemi di trasporto, il maggior numero di morti non si ha nelle intersezioni, ma la maggior percentuale di vittime nelle intersezioni si trova tra i non-motorizzati e i veicoli a due ruote.

Tabella 31: Numero di morti tra motociclisti e ciclomotoristi in base al tipo di intersezione, 2004

	Not at junction	At junction					Not defined	Total
		cross-road	t or y junction	level crossing	round-about	other junction type / unknown		
BE	105	0	0	0	0	48	0	153
DK	42	9	0	2	0	16	0	69
EL	380	0	0	0	0	54	0	434
ES	542	93	80	0	26	20	0	760
FR	964	126	68	1	11	36	0	1.205
IE*	0	6	6	0	0	1	42	55
IT	905	258	0	1	29	265	0	1.458
LU**	0	0	0	0	0	0	0	0
NL*	112	41	34	0	1	1	0	189
AT	83	23	10	1	0	0	25	142
PT	172	24	38	3	2	3	59	302
FI	0	0	0	0	0	11	25	36
SE	2	20	0	0	0	4	48	74
UK	347	34	144	0	20	62	0	607
EU-14	3.654	1.631					199	5.848
%	66,6%	29,7%					3,6%	100%
		633	379	8		521		
% junction type		38,8%	23,2%	0,5%	5,5%	31,9%		

Tabella 32: Morti in funzione dll'intersezione e modo di trasporto – EU-14, 2004

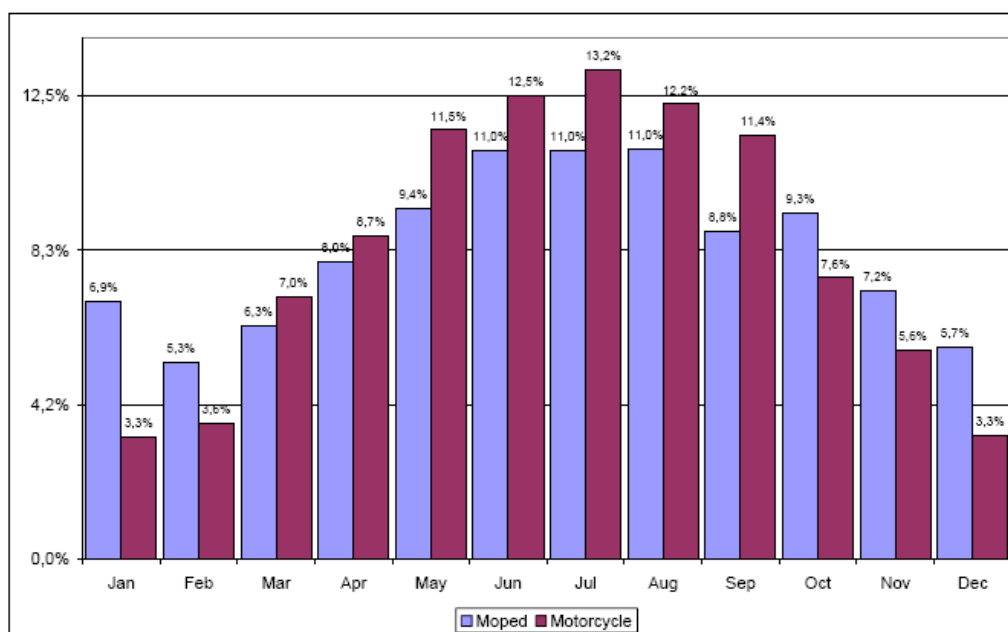
	Not at junction	At junction	Not defined
Pedestrian	70,5%	24,0%	5,5%
Pedal cycle	51,8%	44,6%	3,6%
Moped	62,4%	34,3%	3,3%
Motorcycle	68,3%	27,9%	3,8%
Car	77,2%	17,1%	5,7%
Lorry	79,0%	14,5%	6,4%
Other/unknown	79,2%	14,2%	6,6%

MESI DELL'ANNO

Gli incidenti mortali dei motocicli e ciclomotori variano con la stagione. In inverno, quando i motociclisti percorrono meno chilometri, sono minori.

Tabella 33: Numero di morti tra motociclisti e ciclomotoristi in base ai mesi dell'anno, 2004

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
BE	13	5	12	13	17	10	22	13	17	16	10	5	153
DK	5	2	3	5	11	6	11	6	7	7	6	0	69
EL	12	18	31	37	41	43	54	53	50	39	37	19	434
ES	48	38	53	61	72	92	80	83	73	72	49	38	760
FR	54	55	76	86	142	125	154	129	143	116	73	53	1.205
IE*	3	4	6	4	5	9	9	4	2	8	1	0	55
IT	54	53	99	125	163	195	204	175	151	105	84	50	1.458
LU**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NL*	6	8	29	13	17	31	17	21	22	14	6	5	189
AT	1	2	5	18	6	25	20	33	18	7	2	5	142
PT	21	22	22	30	26	30	36	35	24	21	26	10	302
FI	0	0	2	4	6	3	5	8	2	3	2	1	36
SE	0	0	2	11	9	18	7	15	7	4	1	0	74
UK	20	19	35	60	85	75	69	77	70	30	35	32	607
Moped	107	81	97	123	145	169	169	170	136	143	111	88	1.539
Motor-cycle	130	144	278	343	455	492	519	483	450	299	222	131	3.945
EU-14	237	225	374	466	600	661	688	653	586	442	333	219	5.484
%	4,3%	4,1%	6,8%	8,5%	10,9 %	12,1 %	12,6 %	11,9 %	10,7 %	8,1%	6,1%	4,0%	100%

Grafico 16: Morti tra motociclisti e ciclomotoristi in base ai mesi dell'anno – EU-14,2004

CONTRO CHI AVVIENE LA COLLISIONE

I dati relativi agli incidenti che vedono coinvolti i veicoli a due ruote, indicano che l'ostacolo contro il quale si è verificato più frequentemente l'impatto è l'**automobile (60%)**. Il secondo è rappresentato dalla carreggiata stessa (9%), sia come risultato di un incidente che ha coinvolto un solo veicolo, sia come risultato del tentativo di evitare la collisione con un altro veicolo. Seguono gli autocarri, i SUV e gli autobus. Infine, al quarto posto tra gli oggetti contro cui avviene più frequentemente l'impatto troviamo gli "ostacoli fissi" (8,4%) come guardrail , segnaletica stradale e alberi.

Il totale delle collisioni contro la carreggiata o contro ostacoli fissi è pari al 17%.

Grafico 17: Partner di collisione del veicoli a due ruote

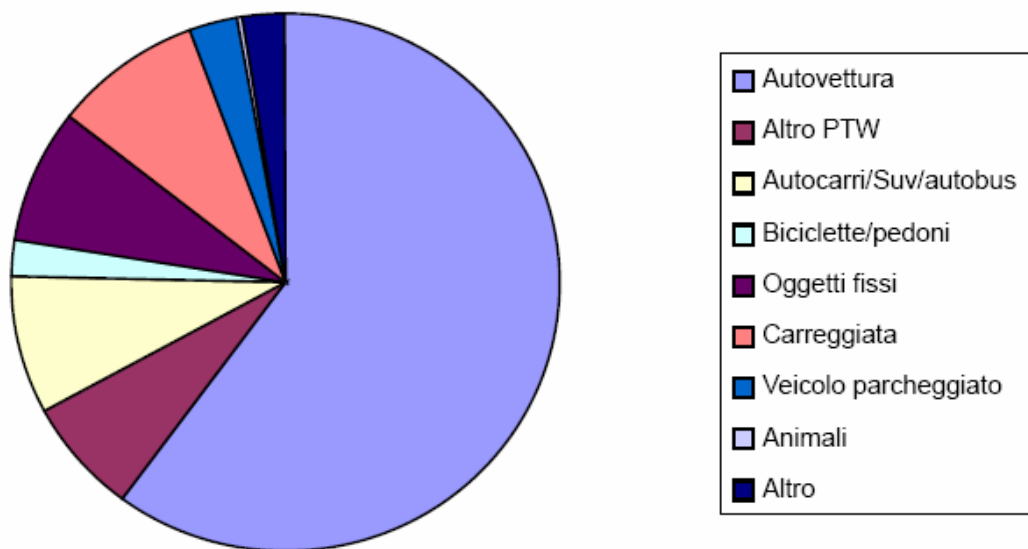



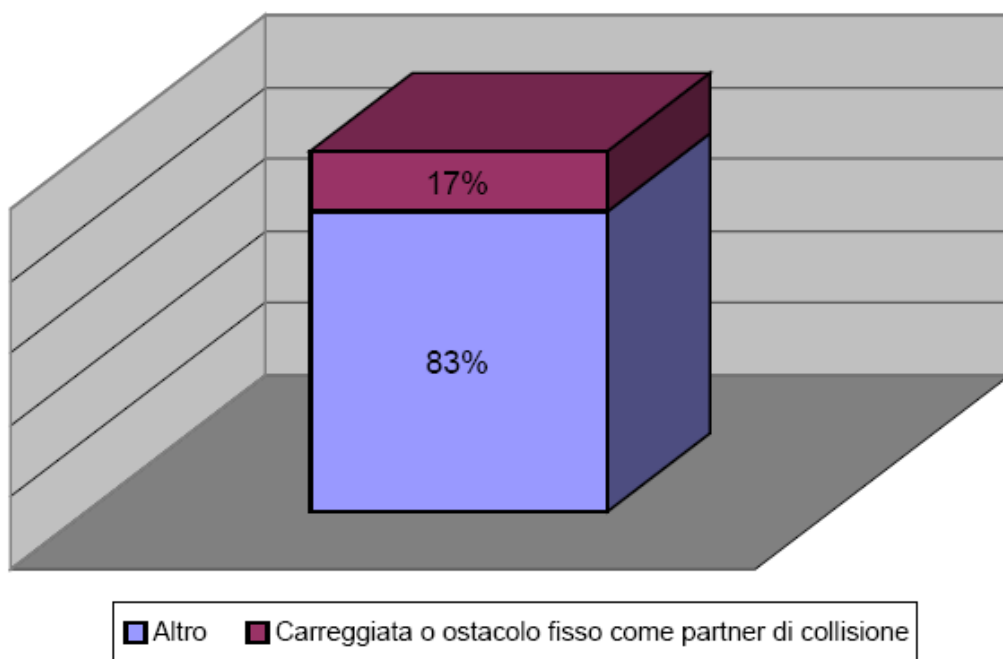
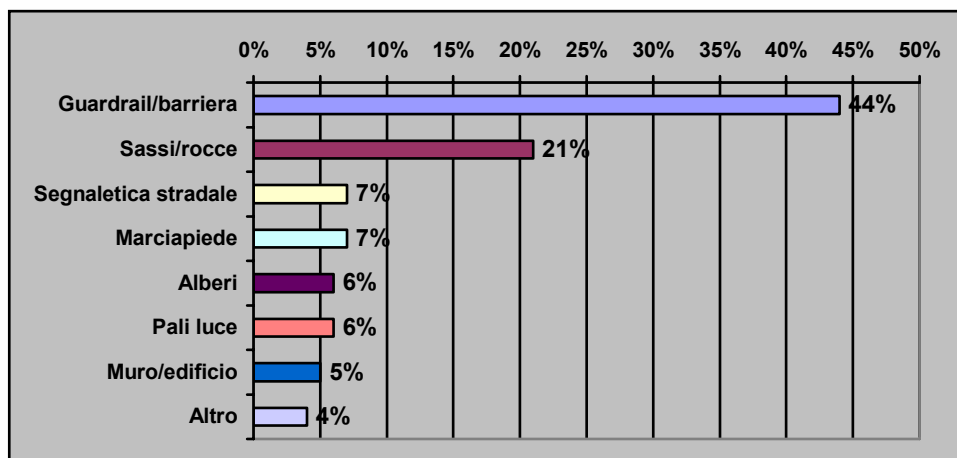
Grafico 18: Partner di collisione del veicoli a due ruote.

In particolare suddividendo il numero dei motociclisti deceduti o gravemente feriti perché finiti fuori strada in seguito ad un incidente, secondo il tipo di ostacolo colpito, si evidenzia che la maggior parte delle collisioni, di gran lunga superiore alle altre, avviene contro le barriere di trattenuta (vedere Grafico 19)

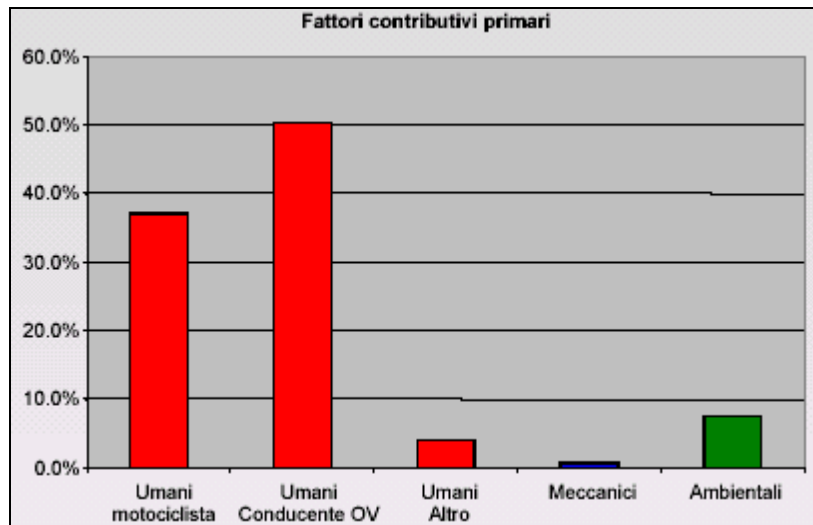
Grafico 19: Motociclisti morti, per tipo di ostacolo colpito

I FATTORI CONTRIBUTIVI

L'errore umano

Il fattore contributivo primario dell'incidente è stato suddiviso in fattore umano, meccanico ed ambientale.

Tabella 34: Categorie generali del Fattore contributivo primario

	Casi	Percentuale
Fattore umano motociclista	341	37.1%
Fattore umano conducente dell'altro veicolo	464	50.4%
Fattore meccanico	6	0.7%
Fattore ambientale	72	7.7%
Altro errore	37	4.1%
Totale	921	100%

Grafico 20: Cause accertate incidente

I fattori umani rappresentano il fattore contributivo primario in circa l'87,5% di tutti i casi . L'errore umano può essere definito in questi termini:

- errore di percezione: il motociclista o il conducente dell'altro veicolo ha sbagliato l'identificazione delle circostanze pericolose, che avrebbe dovuto individuare grazie alla sua strategia di identificazione
- errore di comprensione: il motociclista o il conducente dell'altro veicolo ha effettivamente percepito una situazione pericolosa, ma ha sbagliato nella comprensione del pericolo
- errore di decisione: il motociclista o il conducente dell'altro veicolo non è riuscito a prendere la giusta decisione al fine di evitare le circostanze pericolose.
- errore di reazione: il motociclista o il conducente dell'altro veicolo ha reagito in modo sbagliato alle circostanze pericolose, non riuscendo ad evitare la collisione.

Tabella 35: Fattori umani

	Casi	Percentuale
Motociclista:		
Errore di percezione_Motociclista	110	11.9%
Errore di comprensione_Motociclistat	33	3.6%
Errore di decisione_Motociclista	120	13.0%
Errore di reazione__Motociclista	51	5.5%
Altro errore_Motociclista	27	2.9%
Conducente dell'altro veicolo		
Errore di percezione_conducente AV	337	36.6%
Errore di comprensione_conducente AV	13	1.4%
Errore di decisione_Conducente AV	91	9.9%
Errore di reazione_Conducente AV	2	0.2%
Altro errore_Conducente AV	22	2.4%
	806	87.5%
Nessun errore umano	115	12.5%
Totale	921	100%

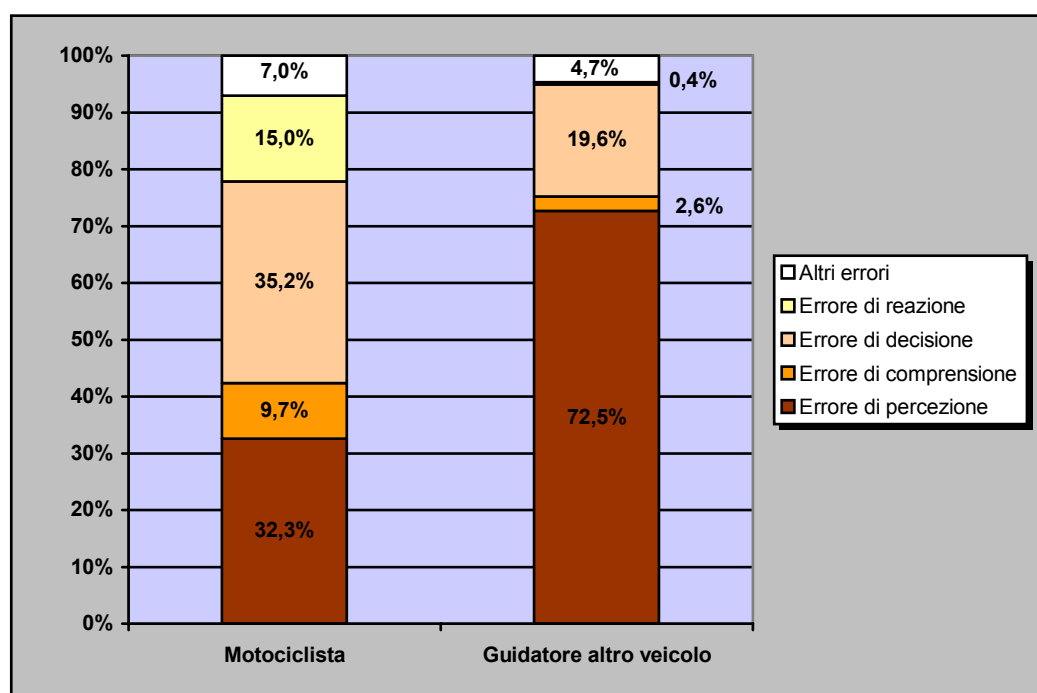
Grafico 21: Distribuzione errori di comportamento dei conducenti

La

Tabella 35 mostra che l'errore umano più frequente è l'**incapacità di percepire** in tempo il motociclo da parte del **conducente dell'altro veicolo**. Ciò può essere imputabile alla disattenzione del conducente, alla temporanea ostruzione della sua visuale o alla scarsa visibilità (profilo ridotto) del motociclo. Questo errore è risultato essere un fattore contributivo primario dell'incidente nel **36,6%** dei casi. Al secondo posto viene l'errore di decisione da parte del motociclista.

L'ambiente stradale

I fattori ambientali che hanno contribuito al verificarsi dell'incidente sono stati fattore contributivo primario dell'incidente nel 7,7% dei casi (Tabella 34). Dopo l'errore umano, è questo il fattore contributivo primario più frequente.
Oltre al fattore primario, ogni gruppo di ricerca ha identificato ulteriori fattori contributivi per ciascun incidente. E' risultato che fra tutti i fattori contributivi, il 14,6% è di tipo ambientale.

Tabella 36: Fattori contributivi nel percorso dei veicoli a due ruote prima dell'impatto

Fattore contributivo	Casi	Percentuale
Totale degli incidenti analizzati	921	100%
Difetti nella progettazione della carreggiata	57	6.2%
Imperfetta manutenzione della carreggiata	146	15.9%
Rischi legati al traffico	56	6.1%

I tre fattori ambientali che contribuiscono alla concatenazione di eventi che precede l'impatto sono:

1. un difetto di progettazione della strada: condizione, che rappresenta un pericolo per il motociclista, basata esclusivamente sulla progettazione della strada. Ad esempio, la mancata installazione di catarifrangenti sulle strutture adiacenti la strada o curve con raggio decrescente.
2. un difetto di manutenzione della strada: qualsiasi tratto di strada in cattive condizioni manutentive o necessitante di riparazioni. Ad esempio, le buche, il bitume sciolto e i cordoli in cattive condizioni.

rischi legati al traffico: temporanea ostruzione della carreggiata o la presenza sulla carreggiata di qualsiasi ostacolo o materiale a seguito di operazioni di costruzione o manutenzione della strada

Difetto di progettazione della carreggiata

Nel 6,2% degli incidenti analizzati è presente un difetto di progettazione della carreggiata nel percorso dei veicoli a due ruote prima dell'impatto, di questi il 52,6% (3,3% del totale) contribuisce al verificarsi dell'incidente. In particolare nel 7% (0,4% tot) il difetto della progettazione è stato l'evento precipitante dell'incidente, nel 12,3% (0,8% tot) è stato il fattore contributivo primario dell'incidente, e nel 33.3% (2,1% tot) è stato un fattore contributivo dell'incidente.

Tabella 37: Fattori ambientali contributivi nel percorso del veicoli a due ruote prima dell'impatto[8]

PTW	Difetto di progettazione della carreggiata		Difetto di manutenzione della carreggiata		Rischi legati al traffico	
	Casi	%	Casi	%	Casi	%
Totale degli incidenti analizzati	921	100%	921	100%	921	100%
E' presente un difetto	57	6.2%	146	15.9%	56	6.1%
Quando è presente un difetto:						
◆ **Non** è stato un fattore contributivo	27	47.3%	113	77.4%	22	39.3%
◆ E' stato un fattore contributivo	30	52.6%	33	22.6%	34	60.7%
Il difetto, se presente, è:						
◆ Un evento precipitante	4	7.0%	8	5.5%	10	17.5%
◆ Un fattore contributivo primario	7	12.3%	19	13%	6	10.7%
◆ Un fattore contributivo	19	33.3%	6	4.1%	18	32.1%

Tabella 38: Fattori ambientali contributivi nel percorso dell'altro veicolo prima dell'impatto

[8] Ciascuna delle variabili deve essere trattata separatamente e non può essere sommata alle altre. La presenza di una delle variabili (per esempio un difetto nella progettazione della carreggiata) non esclude la presenza di altre, entrambe possono essere presenti nello stesso caso.

Altro veicolo	Difetto di progettazione della carreggiata		Difetto di manutenzione della carreggiata		Rischi legati al traffico	
	Casi	%	Casi	%	Casi	%
Totale degli incidenti analizzati	778	100%	778	100%	778	100%
E' presente un difetto	62	8.0%	106	13.6%	46	5.9%
Quando è presente un difetto:						
◆ **Non** è stato un fattore contributivo	22	35.5%	95	89.6%	24	52.2%
◆ E' stato un fattore contributivo	40	64.5%	11	10,4%	22	47.8%
Il difetto, se presente, è:						
◆ Un evento precipitante	8	12.9%	1	0.9%	3	625%
◆ Un fattore contributivo primario	6	9.7%	10	9.4%	6	13.0%
◆ Un fattore contributivo	26	41.9%	0	0%	13	28.3%

Per quanto concerne l'altro veicolo coinvolto, nell' 8% dei casi in cui si è verificato l'incidente, era presente un difetto di progettazione della carreggiata; ed è stato un fattore contributivo nel 64,5% (5% del totale).

Difetti di manutenzione

La tabella 3.4 mostra la distribuzione dei difetti di manutenzione della carreggiata come fattori contributivi nel percorso del motocicli e ciclomotori prima dell'impatto. Quasi nel 16% dei casi era presente un difetto di manutenzione della carreggiata; e nel 4% è stato un fattore contributivo.

Rischi legati al traffico

La Tabella 37 mostra che nel 6,1% degli incidenti c'è un rischio legato al traffico, come per i difetti di progettazione, e più del 60% (3,7% del totale) è stato un fattore contributivo.

Per gli altri veicoli il traffico è stato un fattore contributivo nel 2,8% di tutti gli incidenti.

Questi dati mostrano chiaramente che il miglioramento della progettazione e della manutenzione della carreggiata o la riduzione dei rischi legati al traffico, possono aiutare a migliorare la sicurezza dei motociclisti.

4.4 ITALIA

4.4.1 Documenti

PNSS 2002

Piano Nazionale della Sicurezza Stradale

Documento del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Ispettorato Generale per la circolazione e la Sicurezza Stradale) diviso in 4 sezioni:

- dimensiona gli obiettivi in relazione al quadro europeo e nazionale dell'incidentalità
- illustra gli interventi puntuali per migliorare la sicurezza stradale nei sistemi infrastrutturali e nei comparti di mobilità a massimo rischio;
- creare i presupposti tecnico-organizzativi per migliorare l'efficacia complessiva delle politiche di sicurezza stradale;
- illustra gli strumenti e le strutture per il coordinamento, la gestione e l'aggiornamento triennale del Piano e il suo fabbisogno finanziario.

LIBRO BIANCO

Stato della Sicurezza Stradale, Attuazione del Piano Nazionale, prime valutazioni di efficacia

Documento del Ministero dei Trasporti redatto nell'Aprile 2007 dalla RST (Ricerche e Servizi per il Territorio) in funzione dei Segreteria Tecnica della Consulta Nazionale della Sicurezza Stradale

Il Libro bianco tende a ricostruire i principali atti di pianificazione, programmazione e attuazione posti in essere per definire e per realizzare il "Piano Nazionale della Sicurezza Stradale". A tale scopo vengono esaminate le principali iniziative di pianificazione e programmazione avviate dalla diffusione della 1° Relazione al Parlamento sullo Stato della Sicurezza Stradale (Aprile 1999) a oggi, per un periodo di otto anni. Illustra lo stato di attuazione dei "Progetti Pilota" e dei primi due programmi di attuazione del Piano Nazionale della sicurezza stradale.

4.4.2 Dati

L'analisi del fenomeno dell'incidentalità stradale a livello nazionale si fonda sulle informazioni raccolte dall'Istat attraverso le forze dell'ordine, unica fonte ufficiale. Ogni sinistro che causi danni a persone impone alle forze dell'ordine la compilazione del "*Rapporto statistico di incidente stradale*", il modello Istat Ctt/Inc.

Dal gennaio 1999 l'Istat ha esteso da 7 a 30 giorni il periodo di tempo in cui contabilizzare i decessi negli incidenti stradali.

EVOLUZIONE 2000-2006

L'analisi dell'incidentalità nel lungo termine mostra una costante riduzione della gravità degli incidenti, evidenziata dall'indice di mortalità (numero di morti ogni 100 incidenti) che si attesta al 2,4% nel 2006 contro il 2,8% del 2000 e dall'indice di gravità, che passa da 1,9 a 1,7 decessi ogni 100 infortunati (Tabella 39).

Tabella 39: Incidenti stradali, morti e feriti - Anni 2000-2006 (valori assoluti)(a)

ANNI	Incidenti	Morti	Feriti	Indice di mortalità (b)	Indice di gravità (c)
2000	256.546	7.061	360.013	2,8	1,9
2001	263.100	7.096	373.286	2,7	1,9
2002	265.402	6.980	378.492	2,6	1,8
2003	252.271	6.563	356.475	2,6	1,8
2004	243.490	6.122	343.179	2,5	1,8
2005	240.011	5.818	334.858	2,4	1,7
2006	238.124	5.669	332.955	2,4	1,7

(a) L'Istat ha proceduto ad effettuare una ricostruzione dei dati della serie storica degli incidenti stradali a partire dall'anno 2000. Cfr nota metodologica

(b) L'indice di mortalità si calcola come rapporto tra il numero dei morti ed il numero degli incidenti, moltiplicato 100.

(c) L'indice di gravità si calcola come rapporto tra il numero dei morti ed il numero totale dei morti e dei feriti, moltiplicato 100.

In Italia, nel periodo 2000 – 2006, gli incidenti sono passati da 256.546 a 238.124, i morti da 7.061 a 5.669, i feriti da 360.013 a 332.955. Si è pertanto registrato un decremento del 7,2% per quanto riguarda il numero di incidenti, del 7,5% per i feriti e del 19,7% per quanto riguarda il numero di morti in incidente.

Va sottolineato che, nello stesso periodo, il parco veicolare è cresciuto del 13,7% mentre il volume di circolazione, valutato sulle percorrenze autostradali, è aumentato del 19,9 %.

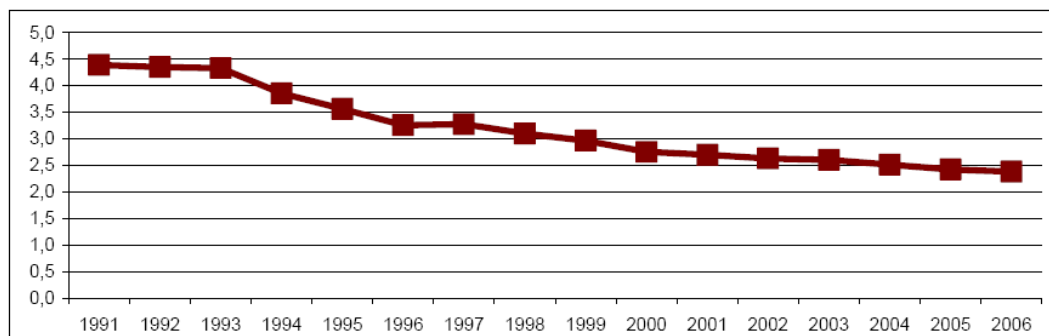
Grafico 22: Indice di mortalità – Anni 1991-2006

(a) Rapporto tra il numero dei morti ed il numero degli incidenti, moltiplicato 100.

Grafico 23: Incidenti stradali - dati mensili - Anni 2005-2006 (valori assoluti)

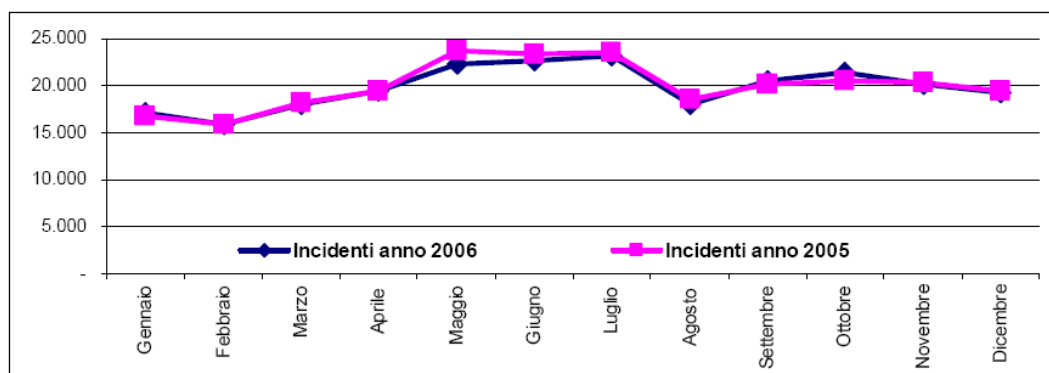



Grafico 24: Morti in incidenti stradali – dati mensili - Anni 2005-2006 (valori assoluti)

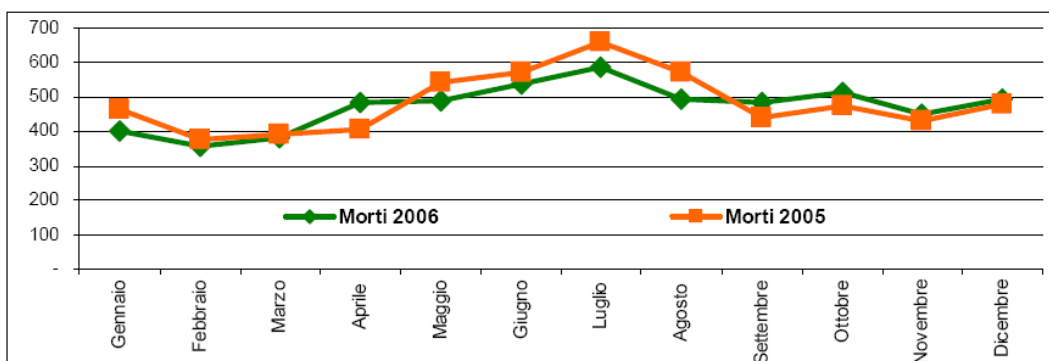
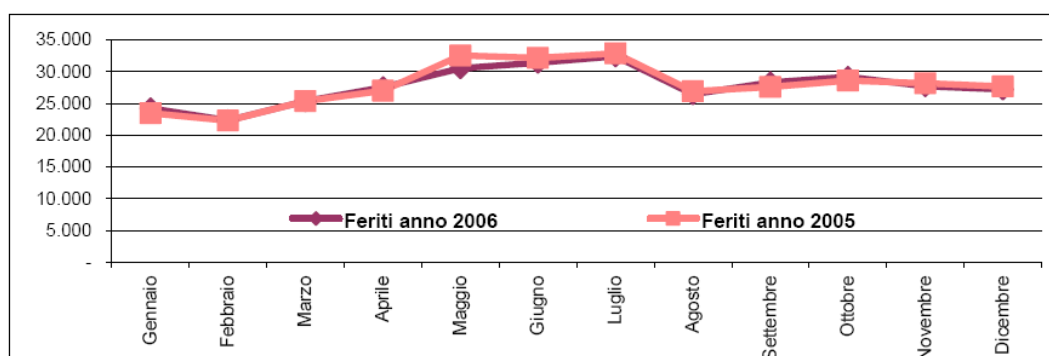
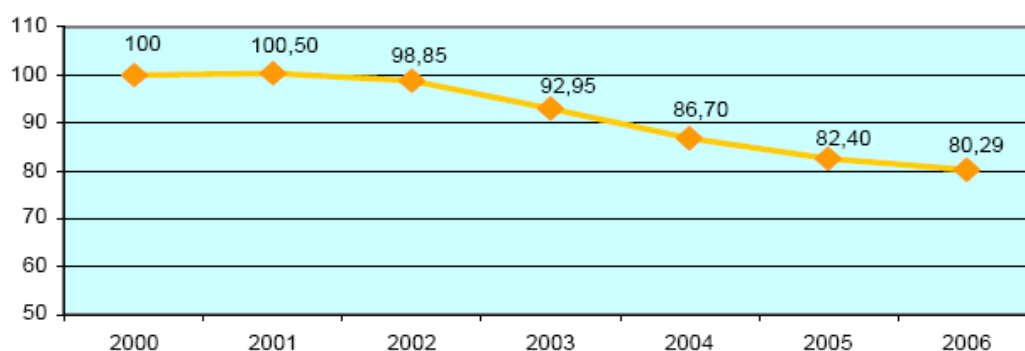



Grafico 25 Feriti in incidenti stradali – dati mensili - Anni 2005-2006 (valori assoluti)

L'OBIETTIVO 2010

Nel Libro Bianco del 13 settembre 2001 l'Unione Europea ha fissato un obiettivo ambizioso, ovvero dimezzare il numero di morti sulle strade entro il 2010.
In Italia, dove alla fine del 2005 si registrava una riduzione del 17,6% nel numero di decessi, è proseguito il trend decrescente anche nel 2006, segnando un ulteriore calo del 2,56%: il **decremento complessivo è pari al 19,7%.**

Grafico 26- Morti in incidenti stradali – Anni 2000-2006 (Base 2000=100)

Tale risultato, seppur apprezzabile, non è sufficiente per il raggiungimento dell'obiettivo 2010: permanendo l'attuale trend (-4,3% medio annuo) è presumibile che si arrivi al 2010 con una diminuzione delle vittime pari al 32,6%. Per raggiungere l'obiettivo, si dovrebbe, negli anni a venire, ridurre la mortalità ad un tasso medio annuo non inferiore al 11,2%. L'Italia, con 95 morti per incidente stradale ogni milione di abitanti, registra ancora un tasso praticamente doppio rispetto a Paesi quali Gran Bretagna, Olanda e Svezia che si attestano a 50 decessi per milione di abitanti.
Dall'analisi che segue degli incidenti avvenuti nel 2006, emergono le priorità su cui concentrare le azioni di sicurezza stradale: il controllo della velocità, il controllo della guida in stato di ebbrezza, la guida distratta, la protezione degli utenti deboli – in particolare pedoni e utenti delle due ruote - l'individuazione e la messa in sicurezza delle tratte stradali più pericolose.

DOVE AVVENGONO GLI INCIDENTI

Nel 2006 sulle strade urbane si sono verificati 182.177 incidenti (76,5% del totale) che hanno causato 242.042 feriti (pari al 72,7% sul totale) e 2.494 morti (pari al 44%).

Tabella 40- Incidentalità secondo l'ambito stradale – Anno 2006

AMBITI STRADALI	Incidenti	Morti	Feriti	Indice di mortalità (a)	Indice di lesività (b)
Strade urbane	182.177	2.494	242.042	1,3	132,8
Autostrade	13.319	590	22.646	4,4	170,0
Altre strade	42.628	2.585	68.267	6,1	160,1
Totale	**238.124**	**5.669**	**332.955**	**2,4**	**139,4**

(a) Rapporto tra il numero dei morti ed il numero degli incidenti, moltiplicato 100
(b) Rapporto tra il numero dei feriti e il numero degli incidenti, moltiplicato 100.

Viceversa sulle autostrade si sono verificati 13.319 incidenti (pari al 5,6% del totale) con 22.646 feriti (pari al 6,8%) e 590 decessi (pari al 10,4%).
L'indice di mortalità mostra che gli incidenti più gravi avvengono sulle strade extra urbane, dove si registrano 6,1 decessi ogni 100 incidenti. Gli incidenti sulle strade urbane sono meno gravi, con 1,3 morti ogni 100 incidenti. Sulle autostrade l'indice di mortalità, pari a 4,4, è più che triplo rispetto a quanto avviene in città.

Tabella 41- Incidentalità sulla rete extra urbana secondo il tipo di strada – Anno 2006

TIPO DI STRADA	Incidenti	Morti	Indice di mortalità (a)
Una carreggiata a senso unico	2.105	68	3,23
Una carreggiata a doppio senso	29.834	2.052	6,88
Doppia carreggiata	4.109	173	4,21
Più di due carreggiate	113	3	2,65
Totale	**36.161**	**2.296**	**6,35**

(a) Rapporto tra il numero dei morti ed il numero degli incidenti, moltiplicato 100

Con riferimento alla rete extra urbana non autostradale si evidenziano i diversi livelli di mortalità secondo il tipo di strada: le strade ad una carreggiata a doppio senso presentano un indice superiore del 63% rispetto alle strade a doppia carreggiata.

QUANDO AVVENGONO GLI INCIDENTI

Nel 2006 il maggior numero di incidenti si è verificato a luglio (23.197 in valore assoluto) mentre giugno risulta essere il mese con la media giornaliera più alta (757). Febbraio costituisce il mese con il più basso numero di incidenti in valore assoluto (15.922), mentre gennaio presenta la media giornaliera più contenuta (551).
Anche per quanto riguarda il numero di morti luglio è il mese in cui tale valore risulta massimo: 585 in valore assoluto e 19 in media giornaliera. Analogamente, il valore più basso si colloca in corrispondenza del mese di marzo in cui si registrano 380 morti per incidente stradale, pari a circa 12 decessi al giorno.

L'indice di mortalità più elevato si registra nel mese di agosto (2,7 morti ogni 100 incidenti), probabilmente a causa del maggior tasso di occupazione dei veicoli in occasione degli esodi estivi e della maggiore circolazione sulle autostrade.
L'andamento per mese rispetto all'anno precedente non è omogeneo per quanto riguarda il numero di incidenti né per i morti. Gli incidenti mostrano un incremento nei mesi di gennaio, settembre ed ottobre, mediamente pari al 2,5 % con valore massimo in ottobre (+3,7%). Il punto massimo di decremento si registra nel mese di maggio (-5,7%).
Per quanto riguarda il numero di morti, sempre rispetto all'anno precedente, si registrano aumenti nei mesi di aprile, settembre, ottobre, novembre e dicembre. Le riduzioni più rilevanti si registrano a gennaio ed agosto (-14%).
In modo analogo a quanto emerge dall'analisi per mese, osservando i dati dell'incidentalità per tipologia di strada, si può rilevare che sulle strade urbane la frequenza più elevata degli incidenti si colloca in corrispondenza del mese di maggio (17.454) e la più bassa nel mese di febbraio (12.210) e di gennaio (12.903). Il maggior numero di morti avviene nel mese di luglio (254) mentre l'indice di mortalità registra il valore più elevato nel mese di dicembre (1,7 morti ogni 100 incidenti).
Sulle strade extraurbane il maggior numero di incidenti e di morti si registra nel mese di luglio. Per quanto riguarda l'indice di mortalità, invece, il valore più elevato è quello del mese di giugno.

Tabella 42 Incidenti stradali e morti – dati mensili – . Anno 2006 (valori assoluti e media giornaliera)

MESI	Incidenti		Morti	
	Valori assoluti	Media giornaliera	Valori assoluti	Media giornaliera
Gennaio	17.068	551	402	13
Febbraio	15.922	569	356	13
Marzo	18.120	585	380	12
Aprile	19.427	648	483	16
Maggio	22.382	722	489	16
Giugno	22.711	757	539	18
Luglio	23.197	748	585	19
Agosto	18.087	583	494	16
Settembre	20.469	682	487	16
Ottobre	21.364	689	512	17
Novembre	20.145	672	450	15
Dicembre	19.232	620	492	16
Anno	**238.124**	**652**	**5.669**	**16**

Tabella 43 Incidenti stradali e morti per tipologia di strada e mese – dati mensili - Anno 2006 (valori assoluti)

MESI	Strade urbane		Strade extraurbane	
	Incidenti	Morti	Incidenti	Morti
Gennaio	12.903	178	4.165	224
Febbraio	12.210	177	3.712	179
Marzo	13.999	152	4.121	228
Aprile	14.755	208	4.672	275
Maggio	17.454	199	4.928	290
Giugno	17.404	217	5.307	322
Luglio	17.360	254	5.837	331
Agosto	13.144	213	4.943	281
Settembre	15.677	203	4.792	284
Ottobre	16.706	242	4.658	270
Novembre	15.864	199	4.281	251
Dicembre	14.701	252	4.531	240
Anno	**182.177**	**2494**	**55.947**	**3175**

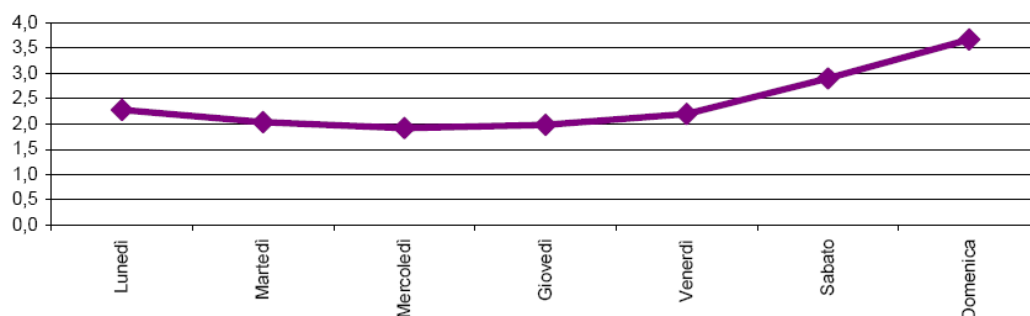
Il venerdì si conferma il giorno in cui si concentrano il maggior numero di incidenti: 36.574, pari al 15,4% del totale. La frequenze più elevate di morti si osservano il sabato e la domenica (rispettivamente 991 e 1.004 decessi, pari a 17,5 e 17,7%) mentre il venerdì e il sabato sono i giorni in cui si registrano i valori più alti dei feriti (rispettivamente 49.796 e 50.230, pari a 15,0 e 15,1%) (

Tabella 44).

Tabella 44 - Incidenti, morti e feriti per giorno della settimana – Anno 2006 (valori assoluti e composizioni percentuali)

GIORNI DELLA SETTIMANA	Valori assoluti			Composizioni percentuali		
	Incidenti	Morti	Feriti	Incidenti	Morti	Feriti
Lunedì	34.429	784	46.911	14,4	13,8	14,1
Martedì	34.783	707	46.605	14,6	12,5	14,0
Mercoledì	34.742	666	46.330	14,6	11,7	13,9
Giovedì	36.041	714	48.337	15,1	12,6	14,5
Venerdì	36.574	803	49.796	15,4	14,2	15,0
Sabato	34.181	991	50.230	14,4	17,5	15,1
Domenica	27.374	1.004	44.746	11,5	17,7	13,4
Totale	**238.124**	**5.669**	**332.955**	**100,0**	**100,0**	**100,0**

L'indice di mortalità per giorno della settimana presenta il valore massimo (3,7 morti ogni 100 incidenti) la domenica mentre scende all'1,9% il mercoledì. Complessivamente nel week-end si registra il 25,9% di incidenti ed il 35,2 % di decessi. L'indice di mortalità nel fine settimana risulta pari a 3,2 morti per 100 incidenti.

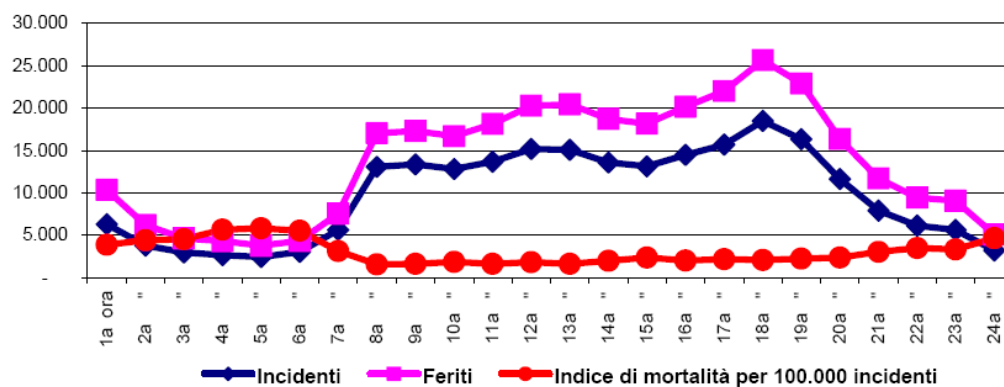
Grafico 27- Indice di mortalità per giorno della settimana – Anno 2006

Analizzando la distribuzione degli incidenti durante l'arco della giornata (Tabella 45 e Grafico 28), si possono confermare gli andamenti già noti: un primo picco si riscontra tra le ore 8 e le 9 del mattino, probabilmente legato all'elevata circolazione dovuta agli spostamenti casa-ufficio e casa-scuola; un secondo picco, si osserva tra le ore 12 e le 13 in corrispondenza dell'uscita dalle scuole e in relazione alla mobilità di alcune categorie (professionisti, commercianti, eccetera) che usufruiscono dell'orario spezzato; infine, il picco più elevato di incidentalità si registra intorno alle ore 18, quando si cumulano gli effetti dell'incremento della circolazione dovuto agli spostamenti dal luogo del lavoro verso l'abitazione, con l'aggiunta di fattori psico-sociali quali lo stress da lavoro e la difficoltà di percezione visiva dovuta alla riduzione della luce naturale non ancora sostituita da quella artificiale.

E’ da sottolineare che l’indice di mortalità si mantiene superiore alla media nell’arco di tempo che va dalle 21 alle 7 del mattino raggiungendo il valore massimo intorno alle ore 5 (5,8 decessi ogni 100 incidenti). Tra le 21 e le 7 del mattino, l’indice di mortalità è mediamente pari a 4 morti ogni 100 incidenti, a fronte di un valore medio sulle 24 ore di 2,4 morti per 100 incidenti.

Tabella 45- Incidenti, morti, feriti per ora del giorno e indice di mortalità – Anno 2006

ORE DEL GIORNO	Incidenti	Morti	Feriti	Indice di mortalità
1	6.318	246	10.344	3,9
2	3.796	168	6.230	4,4
3	2.975	135	4.633	4,5
4	2.659	151	4.339	5,7
5	2.437	142	3.792	5,8
6	3.031	168	4.371	5,5
7	5.650	178	7.578	3,2
8	13.086	204	17.062	1,6
9	13.368	217	17.308	1,6
10	12.823	238	16.701	1,9
11	13.691	223	18.126	1,6
12	15.182	275	20.287	1,8
13	15.097	245	20.461	1,6
14	13.583	268	18.709	2,0
15	13.145	310	18.169	2,4
16	14.486	294	20.164	2,0
17	15.717	345	22.035	2,2
18	18.508	384	25.675	2,1
19	16.348	366	22.915	2,2
20	11.628	276	16.382	2,4
21	7.913	242	11.709	3,1
22	6.162	215	9.446	3,5
23	5.646	188	9.071	3,3
24	3.211	150	5.088	4,7
Ora imprecisata	1.664	41	2.360	2,5
Totale	**238.124**	**5.669**	**332.955**	**2,4**

(a) Rapporto tra il numero dei morti ed il numero degli incidenti, moltiplicato 100.

Grafico 28- Incidenti stradali e indice di mortalità per 100 mila incidenti, per ora del giorno – 2006

La notte: meno incidenti, ma più pericolosi

Nel 2006, nella fascia oraria compresa tra le 22 e le 6 si sono verificati 36.235 incidenti stradali che hanno causato il decesso di 1.563 persone (pari al 27,6% del totale dei morti) e il ferimento di altre 57.314.

Gli incidenti del venerdì e sabato notte sono pari al 44,6% del totale degli incidenti notturni; analogamente, i morti e i feriti del venerdì e sabato notte rappresentano, rispettivamente, il 46,1% e il 47,1%. Gli incidenti notturni rilevati negli altri giorni della settimana (fatta eccezione quindi per il venerdì e il sabato notte) costituiscono complessivamente il 55,4% di tutti gli incidenti della notte.

L'indice di mortalità degli incidenti avvenuti durante la notte è pari a 4,5 decessi ogni 100 incidenti contro il 4,2 delle altre notti ed il 2,4 della media nazionale. Tale indice assume valore massimo in corrispondenza della domenica notte (5 decessi ogni 100 incidenti).

Da un'analisi dei dati degli incidenti avvenuti durante la notte per tipologia di strada si rileva ancora una volta che gli incidenti in area urbana sono più del doppio di quelli in area extraurbana, ma la pericolosità delle strade extraurbane è molto più elevata di quella delle strade urbane: l'indice di mortalità in città è pari al 2,5% mentre fuori città tale indicatore si attesta all'8,7% circa.

Tabella 46- Incidenti, morti, feriti per giorno della settimana e tipologia di strada durante la notte (a) – Anno 2006 (valori assoluti)

GIORNI DELLA SETTIMANA	Strade urbane			Strade extraurbane			Totale		
	Incidenti	Morti	Feriti	Incidenti	Morti	Feriti	Incidenti	Morti	Feriti
Venerdì notte	4.949	127	7.647	2.116	176	3.539	7.065	303	11.186
Sabato notte	6.249	148	10.260	2.836	270	5.527	9.085	418	15.787
Totale venerdì e sabato notte	**11.198**	**275**	**17.907**	**4.952**	**446**	**9.066**	**16.150**	**721**	**26.973**
Domenica notte	2.955	83	4.491	1.376	132	2.359	4.331	215	6.850
Lunedì notte	2.459	73	3.582	1.006	78	1.615	3.465	151	5.197
Martedì notte	2.729	63	4.055	1.068	84	1.679	3.797	147	5.734
Mercoledì notte	2.829	63	4.050	1.089	88	1.752	3.918	151	5.802
Giovedì notte	3.287	73	4.752	1.287	105	2.006	4.574	178	6.758
Totale altre notti	**14.259**	**355**	**20.930**	**5.826**	**487**	**9.411**	**20.085**	**842**	**30.341**
Totale notte nel complesso	**25.457**	**630**	**38.837**	**10.778**	**933**	**18.477**	**36.235**	**1.563**	**57.314**

(a) Dalle ore 22 alle ore 6.

Tabella 47- Indice di mortalità per giorno della settimana e tipologia di strada durante la notte (a) – Anno 2006

GIORNI DELLA SETTIMANA	Indice di mortalità		
	Strade urbane	Strade extraurbane	Totale
Venerdì notte	2,6	8,3	4,3
Sabato notte	2,4	9,5	4,6
Totale venerdì e sabato notte	**2,5**	**9,0**	**4,5**
Domenica notte	2,8	9,6	5,0
Lunedì notte	3,0	7,8	4,4
Martedì notte	2,3	7,9	3,9
Mercoledì notte	2,2	8,1	3,9
Giovedì notte	2,2	8,2	3,9
Totale altre notti	**2,5**	**8,4**	**4,2**
Totale notte nel complesso	**2.5**	**8,7**	**4,3**

(a) Dalle ore 22 alle ore 6.

COME AVVENGONO GLI INCIDENTI

La maggior parte degli incidenti stradali avviene tra due o più veicoli (76,5%), il 23,5% a veicoli isolati.

Nell'ambito degli incidenti tra veicoli la tipologia di incidente più diffusa è lo scontro frontale-laterale (85.098 casi) con 1.373 morti e 121.828 feriti, seguita dal tamponamento, che registra 43.610 casi con 581 morti e 70.160 persone ferite.

Tra gli incidenti a veicoli isolati la fuoriuscita o sbandamento del veicolo rappresenta la maggior parte dei casi (21.959 incidenti) con 1.127 morti e 27.647 feriti. L'investimento di pedone rappresenta l'8% degli incidenti: si registrano 19.089 casi in cui hanno perso la vita 723 persone e 21.503 sono rimaste ferite.

L'indice di mortalità, calcolato secondo la diversa natura di incidente, mostra come lo scontro frontale sia la tipologia più pericolosa (5,4 decessi ogni 100 incidenti), seguita dalla fuoriuscita di strada (5,1 decessi ogni 100 incidenti), dall'urto con ostacolo accidentale (4,9 decessi ogni 100 incidenti) e dall'investimento di pedone (3,8 decessi ogni 100 incidenti)

Tabella 48 - Incidenti e persone infortunate secondo la natura – Anno 2006

NATURA DELL'INCIDENTE	Valori assoluti			Valori percentuali			Indice di mortalità
	Incidenti	Morti	Feriti	Incidenti	Morti	Feriti	
Scontro frontale	16.594	893	27.175	7,0	15,8	8,2	5,4
Scontro frontale-laterale	85.098	1.373	121.828	35,7	24,2	36,6	1,6
Scontro laterale	28.731	320	36.396	12,1	5,6	10,9	1,1
Tamponamento	43.610	581	70.160	18,3	10,2	21,1	1,3
Urto con veicolo in momentanea fermata o arresto	8.051	129	10.606	3,4	2,3	3,2	1,6
Totale incidenti tra veicoli	**182.084**	**3.296**	**266.165**	**76,5**	**58,1**	**79,9**	**1,8**
Investimento di pedone	19.089	723	21.503	8,0	12,8	6,5	3,8
Urto con veicolo in sosta	2.086	46	2.363	0,9	0,8	0,7	2,2
Urto con ostacolo accidentale	8.408	408	10.417	3,5	7,2	3,1	4,9
Urto con treno	8	1	8	0,0	0,0	0,0	12,5
Fuoriuscita	21.959	1.127	27.647	9,2	19,9	8,3	5,1
Frenata improvvisa	1.121	5	1.266	0,5	0,1	0,4	0,4
Caduta da veicolo	3.369	63	3.586	1,4	1,1	1,1	1,9
Totale incidenti a veicoli isolati	**56.040**	**2.373**	**66.790**	**23,5**	**41,9**	**20,1**	**4,2**
Totale	**238.124**	**5.669**	**332.955**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**2,4**

Grafico 29 - Incidenti stradali secondo la natura – Anno 2006 (composizioni percentuali)

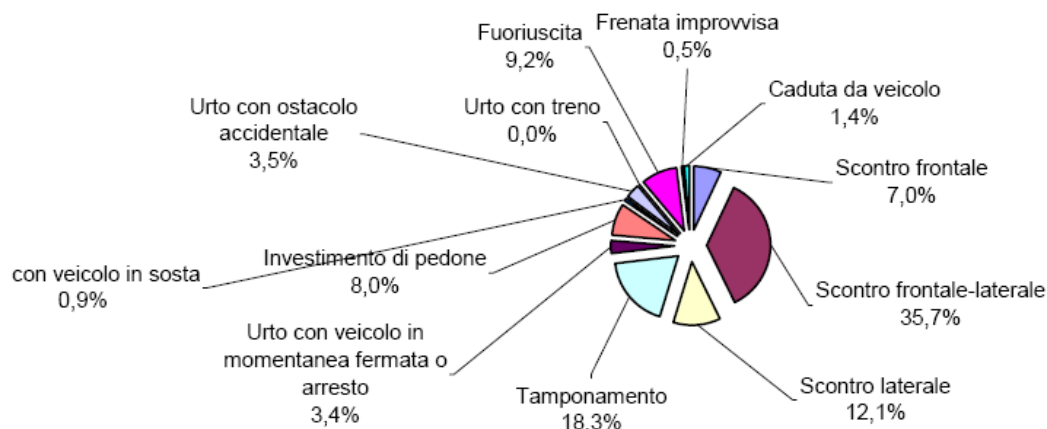



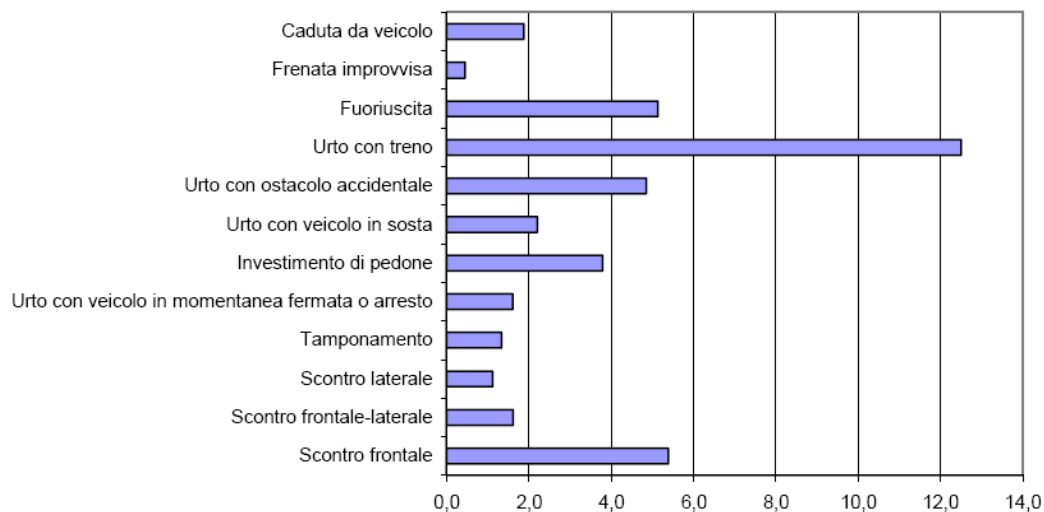
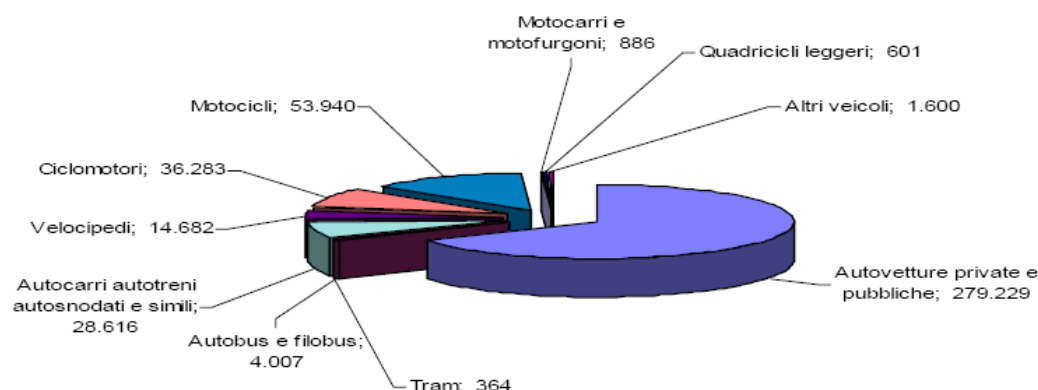
Grafico 30 - Indice di mortalità secondo la natura dell'incidente – Anno 2006

Le autovetture rappresentano il 66,5% dei veicoli coinvolti in incidente stradale e tale valore aumenta se si considerano solo gli incidenti tra veicoli. I veicoli a due ruote motorizzati sono il 21,4%, suddivisi tra ciclomotori (8,6%) e motocicli (12,8%). Praticamente tra i veicoli coinvolti in incidente, 1 su 5 è un veicolo a due ruote. I veicoli per il trasporto di merci rappresentano il 6,8% (Tabella 49 e Grafico 31).

Tabella 49 - Veicoli coinvolti in incidente stradale secondo il tipo – Anno 2006 (valori assoluti e composizioni percentuali)

TIPO DI VEICOLO	Valori assoluti			Valori percentuali		
	Incidenti a veicoli isolati	Incidenti tra veicoli (a)	Totale	Incidenti a veicoli isolati	Incidenti tra veicoli (a)	Totale
Autovetture private e pubbliche	34.287	244.942	279.229	61,2	67,3	66,5
Autobus e filobus	1.198	2.809	4.007	2,1	0,8	1,0
Tram	115	249	364	0,2	0,1	0,1
Autocarri, autotreni, autosnodati e simili	2.949	25.667	28.616	5,3	7,0	6,8
Velocipedi	1.325	13.357	14.682	2,4	3,7	3,5
Ciclomotori	5.781	30.502	36.283	10,3	8,4	8,6
Motocicli	9.700	44.240	53.940	17,3	12,1	12,8
Motocarri e motofurgoni	116	770	886	0,2	0,2	0,2
Quadricicli leggeri	120	481	601	0,2	0,1	0,1
Altri veicoli	449	1.151	1.600	0,8	0,3	0,4
Totale	**56.040**	**364.168**	**420.208**	**100,0**	**100,0**	**100,0**

(a) Il prospetto riporta il numero degli incidenti tra veicoli prendendo in considerazione soltanto i primi due interessati, anche se in alcuni casi gli incidenti coinvolgono più di due veicoli.

Grafico 31 - Veicoli coinvolti in incidente stradale secondo il tipo – Anno 2006 (valori assoluti)

PERCHÉ AVVENGONO GLI INCIDENTI

Tradizionalmente si usano distinguere in tre grandi categorie le cause che possono provocare un incidente:

- uomo (comportamenti scorretti e stato psico-fisico del conducente, pedone)
- ambiente (fattori meteorologici e carenze infrastrutturali)
- veicolo (fattori meccanici e difetti del veicolo)

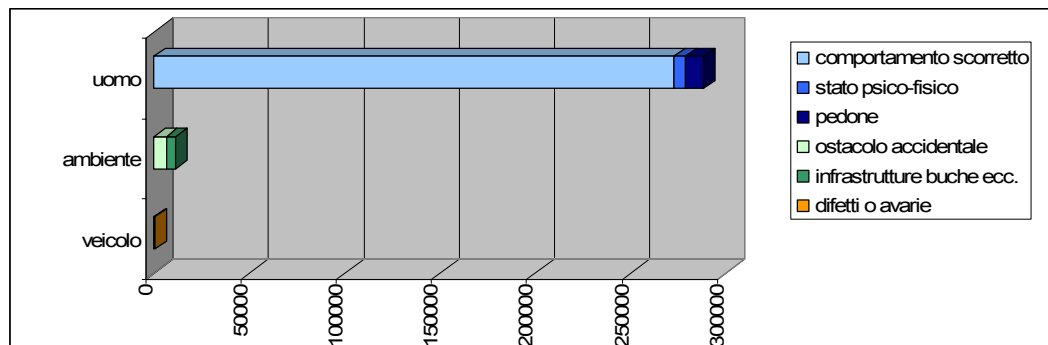
Grafico 32: categorie di Cause di incidente stradale – Italia, 2006

Ebbene, dai dati Istat (

Tabella 50) risulta subito evidente che le principali cause di incidentalità vanno addebitate al **fattore umano**: nella maggioranza dei casi, 90,8% sono infatti imputabili alla guida scorretta del conducente (non rispetto delle regole di precedenza o il semaforo 17,7%, guida distratta 15,4%, velocità elevata 12,7%, mancato rispetto della distanza di sicurezza 10,4% ...). E' abbastanza sorprendente il fatto che lo stato psico-fisico alterato non rappresenti una percentuale elevata sul totale, come invece ci si attenderebbe, attestandosi sull'2%; infine l'altra componente pari al 3,1% è imputabile ai pedoni.

Il **fattore veicolo**, ed in particolare i difetti o le avarie che può presentare, è stato causa di incidente in una misura molto ridotta dei casi, solo lo 0,2%.

Più alta, ma comunque ridotta, è l'incidenza del **fattore ambientale**, identificabile con lo stato delle infrastrutture, e ostacoli accidentali che sono stati riconosciuti come causa dell'incidente nel 3,9% dei casi.

La distribuzione tra ore del giorno e della notte delle cause accertate o presunte di incidente (Tabella 51) evidenzia le cause che si riscontrano maggiormente nelle ore notturne: velocità, presenza di ostacoli o buche sulla carreggiata, alcool e droghe, sonno. Di giorno prevalgono le manovre ed i sorpassi irregolari e gli incidenti con pedoni.

Con riferimento alla localizzazione (Tabella 52), si rileva che la prima causa di incidente sulle strade urbane è il mancato rispetto delle regole di precedenza o semaforiche mentre sulle strade extraurbane è la velocità.

Un'analisi superficiale di questa statistica porterebbe a minimizzare l'obiettivo di migliorare le infrastrutture per aumentare la sicurezza stradale, in particolare riguardo ai motociclisti.

A ben vedere, però, il **3,9%** delle cause totali di incidente è in realtà un dato tutt'altro che trascurabile, trattandosi, in termini assoluti, **11.321** incidenti all'anno.

Inoltre si osserva che – dopo l'autovettura – è la carreggiata l'ostacolo contro il quale vanno ad impattare più frequentemente veicoli a due ruote. Da ciò emerge con forza l'esigenza di un'analisi approfondita degli elementi dell'infrastruttura.

Tabella 50 Cause accertate o presunte di incidente stradale – Anno 2006 (valori a5ssoluti e composizione percentuale)

DESCRIZIONE CAUSE	Valori assoluti	Composizione percentuale
Procedeva senza rispettare le regole della precedenza o il semaforo	53.326	17,74
di cui:		
- procedeva senza rispettare lo stop	*17.039*	*5,67*
- procedeva senza dare la precedenza al veicolo proveniente da destra	*15.665*	*5,21*
- procedeva senza rispettare il segnale di dare precedenza	*16.982*	*5,65*
- procedeva senza rispettare le segnalazioni semaforiche o dell'agente	*3.640*	*1,21*
Procedeva con guida distratta o andamento indeciso	46.190	15,36
Procedeva con velocità troppo elevata	38.319	12,74
di cui:		
- procedeva con eccesso di velocità	*36.432*	*12,12*
- procedeva senza rispettare i limiti di velocità	*1.887*	*0,63*
Procedeva senza mantenere la distanza di sicurezza	31.270	10,40
Manovrava irregolarmente	18.360	6,11
Svoltava irregolarmente	9.188	3,06
Procedeva contromano	7.544	2,51
Sorpassava irregolarmente	6.645	2,21
Ostacolo accidentale	6.401	2,13
Veicolo evitato	6.377	2,12
Non dava la precedenza al pedone sugli appositi attraversamenti	5.246	1,74
Buche, ecc. evitato	5.220	1,74
Circostanze imprecisate	36.366	12,10
Veicolo fermo in posizione irregolare urtato	3.165	1,05
Altre cause relative al comportamento	11.012	3,66
Cause imputabili al comportamento scorretto del conducente nella circolazione	**284.629**	**94,67**
Anormale per ebbrezza da alcool	4.246	1,41
Anormale per improvviso malore	678	0,23
Anormale per ingestione di sostanze stupefacenti o psicotrope	433	0,14
Anormale per sonno	400	0,13
Abbagliato	120	0,04
Anormale per condizioni morbose in atto	75	0,02
Altre cause relative allo stato psico-fisico del conducente	57	0,02
Cause imputabili allo stato psico-fisico del conducente	**6.009**	**2,00**
Rottura o insufficienza dei freni	241	0,08
Scoppio o eccessiva usura di pneumatici	191	0,06
Rottura o guasto dello sterzo	74	0,02
Mancanza o insufficienza dei fari o delle luci di posizione	66	0,02
Altre cause relative al veicolo	62	0,02
Distacco di ruota	51	0,02
Cause imputabili a difetti o avarie del veicolo	**685**	**0,23**
Comportamento scorretto del pedone	9.301	3,09
Pedone anormale per ebbrezza da alcool	27	0,01
Altre cause relative allo stato psico-fisico del pedone	11	0,00
Cause imputabili al pedone	**9.339**	**3,11**
Totale	**300.662**	**100,00**

Tabella 51 Cause accertate o presunte di incidente stradale distinte tra ore del giorno e ore della notte – Anno 2006 (composizione percentuale)

DESCRIZIONE CAUSE	Ore del giorno	Ore della notte	Ora imprecisata	Totale
Procedeva senza rispettare le regole della precedenza o il semaforo	85,08	14,17	0,76	100,00
di cui:				
Procedeva senza rispettare lo stop	87,07	12,21	0,72	100,00
Procedeva senza dare la precedenza al veicolo proveniente da destra	83,93	15,13	0,94	100,00
Procedeva senza rispettare il segnale di dare precedenza	85,07	14,25	0,68	100,00
Procedeva senza rispettare le segnalazioni semaforiche o dell'agente	80,71	18,76	0,52	100,00
Procedeva con guida distratta o andamento indeciso	82,31	17,00	0,69	100,00
Procedeva con velocità troppo elevata	81,82	16,62	1,56	100,00
di cui:				
Procedeva con eccesso di velocità	78,29	21,12	0,59	100,00
Procedeva senza rispettare i limiti di velocità	78,70	20,56	0,74	100,00
Procedeva senza mantenere la distanza di sicurezza	88,74	10,69	0,57	100,00
Manovrava irregolarmente	91,91	7,42	0,67	100,00
Svoltava irregolarmente	89,17	10,25	0,58	100,00
Procedeva contromano	84,72	14,67	0,61	100,00
Sorpassava irregolarmente	90,49	8,61	0,90	100,00
Ostacolo accidentale	66,90	32,49	0,61	100,00
Veicolo evitato	70,60	29,14	0,27	100,00
Non dava la precedenza al pedone sugli appositi attraversamenti	95,35	4,25	0,40	100,00
Buche, ecc. evitato	68,37	31,17	0,46	100,00
Procedeva non in prossimità del margine destro della carreggiata	89,74	9,53	0,74	100,00
Veicolo fermo in posizione irregolare urtato	81,52	18,10	0,38	100,00
Altre cause relative al comportamento	87,03	12,42	0,55	100,00
Cause imputabili al comportamento scorretto del conducente nella circolazione	**83,58**	**15,66**	**0,77**	**100,00**
Anormale per ebbrezza da alcool	40,13	59,09	0,78	100,00
Anormale per improvviso malore	90,86	7,82	1,33	100,00
Anormale per ingestione di sostanze stupefacenti o psicotrope	59,35	39,26	1,39	100,00
Anormale per sonno	39,50	60,00	0,50	100,00
Abbagliato	91,67	8,33	-	100,00
Anormale per condizioni morbose in atto	72,00	22,67	5,33	100,00
Altre cause relative allo stato psico-fisico del conducente	89,47	10,53	-	100,00
Cause imputabili allo stato psico-fisico del conducente	**49,09**	**50,01**	**0,90**	**100,00**
Rottura o insufficienza dei freni	90,46	9,13	0,41	100,00
Scoppio o eccessiva usura di pneumatici	84,29	14,66	1,05	100,00
Rottura o guasto dello sterzo	89,19	10,81	-	100,00
Mancanza o insufficienza dei fari o delle luci di posizione	69,70	30,30	-	100,00
Altre cause relative al veicolo	82,26	17,74	-	100,00
Distacco di ruota	84,31	15,69	-	100,00
Cause imputabili a difetti o avarie del veicolo	**85,40**	**14,16**	**0,44**	**100,00**
Comportamento scorretto del pedone	90,51	8,97	0,53	100,00
Pedone anormale per ebbrezza da alcool	70,37	29,63	-	100,00
Altre cause relative allo stato psico-fisico del pedone	81,82	18,18	-	100,00
Cause imputabili al pedone	**90,44**	**9,04**	**0,52**	**100,00**
Totale	**83,10**	**16,13**	**0,76**	**100,00**

Tabella 52 - Cause accertate o presunte di incidente stradale secondo l'ambito stradale – Anno 2006 (valori assoluti)

DESCRIZIONE CAUSE	Strade urbane	Strade extraurbane
Procedeva con guida distratta o andamento indeciso	33.172	13.018
Procedeva con velocità troppo elevata	24.033	14.286
Procedeva senza mantenere la distanza di sicurezza	21.927	9.343
Manovrava irregolarmente	15.768	2.592
Procedeva senza rispettare le regole di precedenza o il semaforo	47.191	6.135
Svoltava irregolarmente	8.076	1.112
Procedeva contromano	5.465	2.079
Sorpassava irregolarmente	5.018	1.627
Veicolo evitato	2.235	4.142
Non dava la precedenza al pedone sugli appositi attraversamenti	5.191	55
Veicolo fermo in posizione irregolare urtato	2.822	343
Ostacolo accidentale	4.380	2.021
Buche, ecc. evitato	2.787	2.433
Circostanza imprecisata	25.940	10.426
Altre cause	8.940	2.072
Cause imputabili al comportamento scorretto del conducente nella circolazione	**212.945**	**71.684**
Rottura o insufficienza dei freni	174	67
Rottura o guasto dello sterzo	44	30
Scoppio o eccessiva usura di pneumatici	105	86
Mancanza o insufficienza dei fari o delle luci di posizione	49	17
Altre cause relative al veicolo	74	39
Cause imputabili a difetti o avarie del veicolo	**446**	**239**
Anormale per ebbrezza da alcool	3.020	1.226
Anormale per condizioni morbose in atto	56	19
Anormale per improvviso malore	449	229
Anormale per sonno	189	211
Anormale per ingestione di sustanze stupefacenti o psicotrope	297	136
Abbagliato	92	28
Altre cause relative allo stato psico-fisico del conducente	52	5
Cause imputabili allo stato psico-fisico del conducente	**4.155**	**1.854**
Comportamento scorretto del pedone	8.656	645
Pedone anormale per ebbrezza da alcool	24	3
Altre cause relative allo stato psico-fisico del conducente	10	1
Cause imputabili al pedone	**8.690**	**649**
Totale	**226.236**	**74.426**

E' bene inoltre distinguere tra ciò che ha causato l'incidente e ciò che ha causato la morte o il ferimento delle persone coinvolte. Se, ad esempio, un incidente avviene per distrazione del conducente che, perso il controllo del veicolo, rimane ferito per la collisione con una barriera al lato della strada, la causa dell'incidente è ascrivibile al fattore umano, ma la causa della lesione va addebitata alla barriera, che ha impedito la via di fuga al veicolo. Questo è tanto più vero se si parla di incidenti che vedono coinvolti veicoli a due ruote: è purtroppo frequente infatti il caso di incidenti che di per sé non avrebbero gravi conseguenze, come scivolate sull'asfalto bagnato, o cadute per lievi contatti con altri veicoli, e che assumono invece dimensioni tragiche per l'impatto del corpo del conducente contro ostacoli che ne impediscono la via di fuga, come meglio si vedrà in seguito. In casi simili,

l'incidente sarebbe registrato come provocato da un fattore diverso da quello che ne determina la gravità.
Per un'analisi esauriente sarebbe quindi più utile poter disporre di indicatori che permettano di individuare non solo la causa dell'incidente, ma anche gli elementi che hanno contribuito ad aggravarne le conseguenze. Una tale statistica sarebbe particolarmente utile proprio per quanto riguarda le infrastrutture stradali, che potrebbero così essere adeguate e modificate proprio per minimizzare le conseguenze degli incidenti. Purtroppo, le modalità di registrazione degli incidenti avvenuti sulle strade italiane, per come sono tuttora strutturate, non permettono un'analisi mirata in questo senso. Si farà quindi richiamo a ricerche e rilevazioni straniere, soprattutto per quanto riguarda gli incidenti che vedono coinvolti i motociclisti, che se pure sono effettuate in condizioni diverse da quelle italiane, possono però fornire indicazioni di massima sul fenomeno studiato.

CHI VIENE COINVOLTO: CONDUCENTI, PASSEGGERI E PEDONI

Il 66,1% dei morti ed il 70,4% dei feriti a seguito di incidente stradale è costituito dai conducenti dei veicoli coinvolti, i passeggeri trasportati rappresentano il 20,5% dei morti ed il 23,3% dei feriti ed i pedoni, che costituiscono un'utenza debole della strada, risultano il 6,3% dei feriti ma ben il 13,4% dei morti.
Le differenze tra i livelli di rischio per le diverse categorie di utenti emergono più chiaramente dal rapporto tra numero di morti e di feriti: nel 2006 l'indice di gravità che mediamente risulta pari a 1.7, si riduce a 1.5 per i trasportati ed a 1.6 per i conducenti, ma sale a 3.5 per i pedoni.
Tra i conducenti morti o feriti a seguito di incidente stradale i più colpiti sono i giovani. Entrambe le distribuzioni in valore assoluto, infatti, presentano dei massimi in corrispondenza delle fasce di età tra 25 e 34 anni: 452 decessi in valore assoluto tra 25 e 29 anni e 457 tra 30 e 34, mentre i feriti risultano rispettivamente 31.451 e 31.259. Tuttavia, se si calcolano i rapporti per singolo anno di età, è la classe tra 21 e 24 anni a pagare il maggior tributo di vite.
A partire dai 35 anni di età il numero di conducenti che hanno riportato conseguenze in incidente stradale inizia progressivamente a decrescere sia in valore assoluto sia in rapporto ad un singolo anno.

Tabella 53- Morti e feriti per categoria di utente della strada – Anno 2006

UTENTI DELLA STRADA	Morti		Feriti		Indice di gravità (a)
	Numero	Percentuale	Numero	Percentuale	
Conducenti	3.748	66,1	234.476	70,4	1,6
Trasportati	1.163	20,5	77.417	23,3	1,5
Pedoni	758	13,4	21.062	6,3	3,5
Totale	**5.669**	**100,0**	**332.955**	**100,0**	**1,7**

(a) L'indice di gravità si calcola come rapporto tra il numero dei morti ed il numero totale dei morti e dei feriti, moltiplicato 100.

Tabella 54 Conducenti morti e feriti per sesso e classe di età – Anno 2006 (valori assoluti)

CLASSI DI ETA	Morti			Feriti		
	Maschi	Femmine	Totale	Maschi	Femmine	Totale
Fino a 5 anni	-	-	-	14	5	19
Da 6 a 9	2	-	2	140	47	187
Da 10 a 13	5	-	5	617	167	784
Da 14 a 15	26	4	30	3.200	894	4.094
Da 16 a 17	73	5	78	6.820	1.649	8.469
Da 18 a 20	153	30	183	12.082	4.037	16.119
Da 21 a 24	337	42	379	17.689	6.613	24.302
Da 25 a 29	404	48	452	22.654	8.797	31.451
Da 30 a 34	416	41	457	22.374	8.885	31.259
Da 35 a 39	311	30	341	18.831	7.620	26.451
Da 40 a 44	274	29	303	15.621	6.727	22.348
Da 45 a 49	222	26	248	11.894	4.905	16.799
Da 50 a 54	178	33	211	8.947	3.472	12.419
Da 55 a 59	180	14	194	7.014	2.658	9.672
Da 60 a 64	148	13	161	5.251	1.696	6.947
Da 65 a 69	138	28	166	4.396	1.328	5.724
Da 70 a 74	135	17	152	3.577	949	4.526
Da 75 a 79	138	23	161	2.595	612	3.207
Da 80 a 84	102	8	110	1.442	271	1.713
Da 85 ed oltre	29	3	32	478	74	552
Non indicata	74	9	83	5.469	1.965	7.434
Totale	**3.345**	**403**	**3.748**	**171.105**	**63.371**	**234.476**

Tabella 55 - Trasportati morti e feriti per sesso e classe di età – Anno 2006 (valori assoluti)

CLASSI DI ETA	Morti			Feriti		
	Maschi	Femmine	Totale	Maschi	Femmine	Totale
Fino a 5 anni	12	14	26	1.436	1.348	2.784
Da 6 a 9	7	6	13	1.225	1.164	2.389
Da 10 a 13	7	4	11	1.363	1.339	2.702
Da 14 a 15	8	13	21	1.024	1.252	2.276
Da 16 a 17	38	27	65	2.037	2.117	4.154
Da 18 a 20	79	40	119	4.075	4.118	8.193
Da 21 a 24	82	46	128	4.170	4.809	8.979
Da 25 a 29	75	44	119	3.761	4.860	8.621
Da 30 a 34	48	39	87	2.875	3.945	6.820
Da 35 a 39	37	24	61	1.930	3.005	4.935
Da 40 a 44	28	28	56	1.495	2.604	4.099
Da 45 a 49	18	19	37	1.034	2.296	3.330
Da 50 a 54	15	19	34	762	2.041	2.803
Da 55 a 59	12	24	36	645	2.069	2.714
Da 60 a 64	18	26	44	459	1.626	2.085
Da 65 a 69	15	29	44	481	1.436	1.917
Da 70 a 74	8	32	40	355	1.175	1.530
Da 75 a 79	14	30	44	290	790	1.080
Da 80 a 84	9	24	33	181	432	613
Da 85 ed oltre	15	11	26	108	239	347
Non indicata	56	63	119	2.338	2.708	5.046
Totale	**601**	**562**	**1.163**	**32.044**	**45.373**	**77.417**

Tabella 56 - Pedoni morti e feriti per sesso e classe di età – Anno 2006 (valori assoluti)

CLASSI DI ETA	Morti			Feriti		
	Maschi	Femmine	Totale	Maschi	Femmine	Totale
Fino a 5 anni	6	3	9	334	213	547
Da 6 a 9	4	5	9	376	183	559
Da 10 a 13	5	6	11	403	383	786
Da 14 a 15	3	8	11	216	316	532
Da 16 a 17	3	2	5	231	269	500
Da 18 a 20	6	1	7	267	350	617
Da 21 a 24	3	6	9	394	470	864
Da 25 a 29	16	.	16	575	561	1.136
Da 30 a 34	21	8	29	594	615	1.209
Da 35 a 39	26	4	30	599	600	1.199
Da 40 a 44	16	9	25	586	626	1.212
Da 45 a 49	19	10	29	516	621	1.137
Da 50 a 54	16	13	29	493	648	1.141
Da 55 a 59	28	14	42	534	713	1.247
Da 60 a 64	28	23	51	549	729	1.278
Da 65 a 69	29	18	47	604	827	1.431
Da 70 a 74	37	38	75	750	858	1.608
Da 75 a 79	63	51	114	608	814	1.422
Da 80 a 84	52	55	107	490	685	1.175
Da 85 ed oltre	41	28	69	319	345	664
Non indicata	24	10	34	392	406	798
Totale	**446**	**312**	**758**	**9.830**	**11.232**	**21.062**

Tabella 57- Morti e feriti per sesso e classe di età – Anno 2006 (valori assoluti)

CLASSI DI ETA	Morti			Feriti		
	Maschi	Femmine	Totale	Maschi	Femmine	Totale
Fino a 5 anni	18	17	35	1.784	1.566	3.350
Da 6 a 9	13	11	24	1.741	1.394	3.135
Da 10 a 13	17	10	27	2.383	1.889	4.272
Da 14 a 15	37	25	62	4.440	2.462	6.902
Da 16 a 17	114	34	148	9.088	4.035	13.123
Da 18 a 20	238	71	309	16.424	8.505	24.929
Da 21 a 24	422	94	516	22.253	11.892	34.145
Da 25 a 29	495	92	587	26.990	14.218	41.208
Da 30 a 34	485	88	573	25.843	13.445	39.288
Da 35 a 39	374	58	432	21.360	11.225	32.585
Da 40 a 44	318	66	384	17.702	9.957	27.659
Da 45 a 49	259	55	314	13.444	7.822	21.266
Da 50 a 54	209	65	274	10.202	6.161	16.363
Da 55 a 59	220	52	272	8.193	5.440	13.633
Da 60 a 64	194	62	256	6.259	4.051	10.310
Da 65 a 69	182	75	257	5.481	3.591	9.072
Da 70 a 74	180	87	267	4.682	2.982	7.664
Da 75 a 79	215	104	319	3.493	2.216	5.709
Da 80 a 84	163	87	250	2.113	1.388	3.501
Da 85 ed oltre	85	42	127	905	658	1.563
Non indicata	154	82	236	8.199	5.079	13.278
Totale	**4.392**	**1.277**	**5.669**	**212.979**	**119.976**	**332.955**

Grafico 33 - Morti per sesso e classe di età – Anno 2006 (valori assoluti)

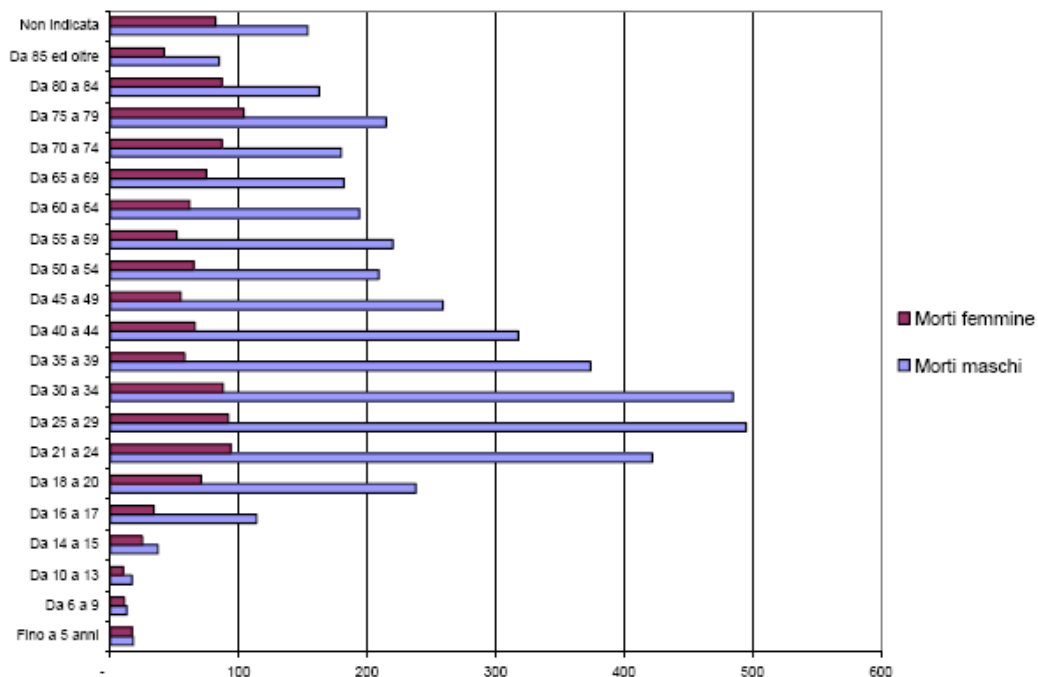
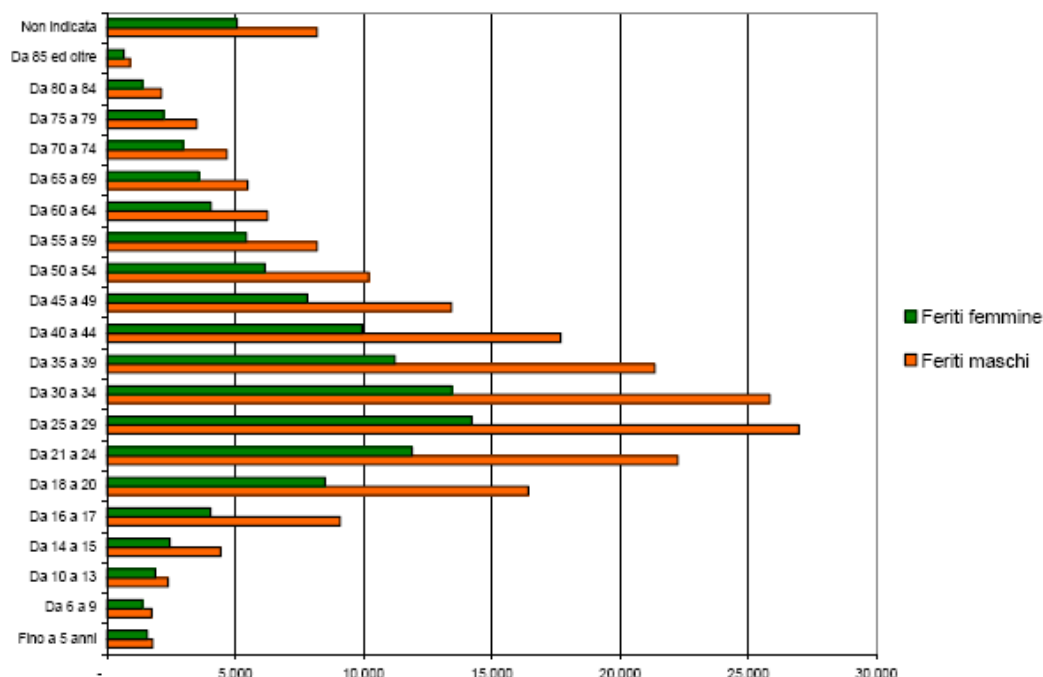



Grafico 34 - Feriti per sesso e classe di età – Anno 2006 (valori assoluti)

4.4.3 Motocicli

QUANTI INCIDENTI

Data la mancanza assoluta di dati da parte dell'Istat e del ministero dei trasporti sul 2006, come testimonia l'impossibilità per l'Italia di essere stata inserita con metodi scientifici nello studio dell'ETSC[9], mancano del tutto le statistiche, perfino sui km percorsi dai vari utenti della strada.

L'Italia è il Paese europeo più pericoloso dove viaggiare su due ruote. Noi infatti abbiamo un parco di due ruote pari al 20% di mezzi e una mobilità corrispondente appena al 3,5% del totale, ma contiamo il 26% delle vittime fra moto e ciclomotori, con punte del 50-60% nei fine settimana.

---

[9] European Transport Safety Council (ETSC): il Consiglio europeo per la sicurezza nei trasporti, con sede a Bruxelles, è un'organizzazione indipendente non-profit, per la riduzione dei danni da incidenti stradali.

Dai dati del 2005, non diversamente risulta che **ogni giorno** in Italia si verificano in media **256 incidenti stradali** in cui rimane coinvolto almeno un veicolo a due ruote, che causano la **morte di 5 persone** (4,3 motociclisti) e il **ferimento di altre 295** (250 motociclisti).

Nel complesso, nell'anno 2005 sono stati rilevati **93.320 incidenti stradali** (il 41% del totale degli incidenti) in cui è presente almeno un veicolo a due ruote, intendendo in questo studio i velocipedi, i ciclomotori e i motocicli, che hanno causato il **decesso di 1.852 persone**, mentre altre **107.670 hanno subito lesioni** di diversa gravità.
In termini percentuali possiamo dire che nel 2005 i morti e i feriti per incidente stradale in cui risulta presente almeno un veicolo a due ruote costituiscono rispettivamente il 34% del totale dei morti e dei feriti complessivi.

Tabella 58: Incidenti stradali, morti e feriti in cui è presente almeno un veicolo a due ruote - Anno 2005 (valori assoluti e valori percentuali) (a)

	Incidenti e persone infortunate		Percentuale in cui è presente almeno un veicolo a due ruote sul totale degli incidenti
	Totali	In cui è rimasto coinvolto almeno un veicolo a due ruote	
Incidenti	225.078	93.320	41,46
Morti	5.426	1.852	34,13
Feriti	313.727	107.670	34,32

(a) In questo studio vengono definiti "veicolo a due ruote" i velocipedi, i ciclomotori e i motocicli.

Tabella 59: Incidenti stradali, morti e feriti e indici di mortalità e di gravità – Anno 2005 (valori assoluti)

	Incidenti	Morti	Feriti	Indice di mortalità (a)	Indice di gravità (b)
Totale	225.078	5.426	313.727	2,4	1,7
In cui è rimasto coinvolto almeno un veicolo a due route	93.320	1.852	107.670	2,0	1,7

(a) L'indice di mortalità si calcola come rapporto tra il numero dei morti ed il numero degli incidenti, moltiplicato 100.
(b) L'indice di gravità si calcola come rapporto tra il numero dei morti ed il numero totale dei morti e dei feriti, moltiplicato 100.

EVOLUZIONE 1991-2005

Tra tutte le categorie di utenti della strada, i conducenti di ciclomotori e di motocicli sono quelli che fanno registrare i tassi di mortalità e di ferimento più elevati e la peggiore evoluzione del numero delle vittime.

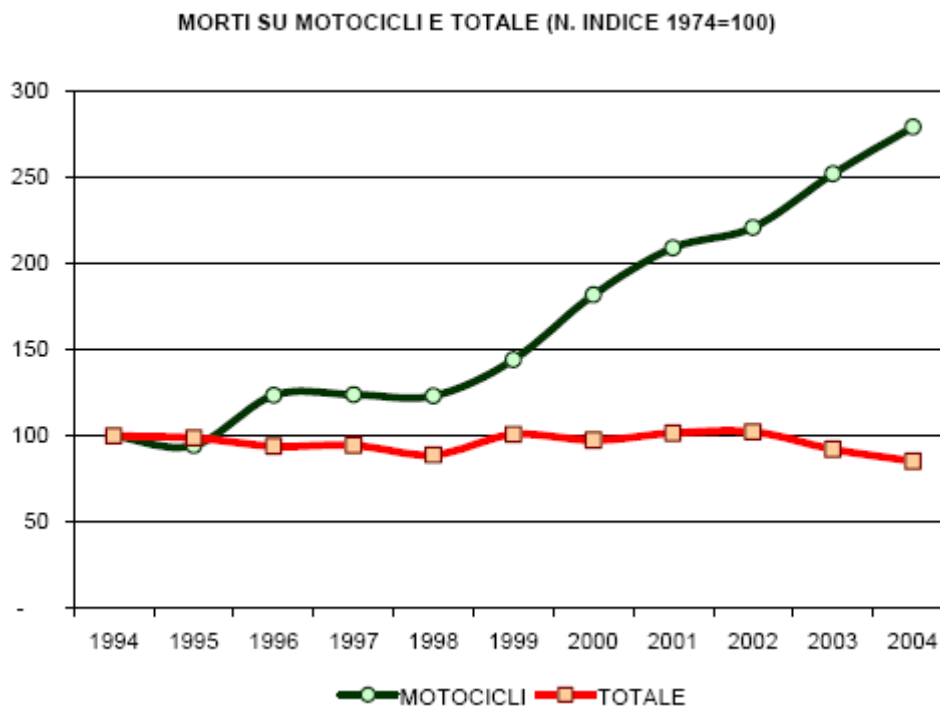
Grafico 35: Indice di mortalità (1994=100)

Nel 2005, tra i motociclisti si sono registrati 1.156 morti (il 21,3% del totale) e 50.293 feriti (il 16,0% del totale).

Tabella 60: morti e feriti in relazione al parco motocicli, 1991-2005

ANNO	MOTOCICLI			MORTI/PARCO	FERITI/PARCO
	MORTI	PARCO	FERITI	‰	‰
1991	790	2'500'000	23'674	0.32	9.47
1992	771	2'560'037	21'335	0.30	8.33
1993	670	2'526'761	17'396	0.27	6.88
1994	611	2'539'835	18'510	0.24	7.29
1995	502	2'530'750	17'988	0.20	7.11
1996	525	2'554'672	16'261	0.21	6.37
1997	514	2'595'551	17'985	0.20	6.93
1998	509	2'600'000	18'820	0.20	7.24
1999	597	2'967'906	22'722	0.20	7.66
2000	743	3'373'064	26'722	0.22	7.92
2001	886	3'729'890	36'362	0.24	9.75
2002	950	4'049'540	38'867	0.23	9.60
2003	1'024	4'370'449	42'462	0.23	9.72
2004	1'143	4'574'644	47'401	0.25	10.36
2005	**1'156**	**4'938'359**	**50'293**	**0.23**	**10.18**

L'evoluzione tendenziale di lungo periodo fa registrare un aumento regolare di feriti (Grafico 36: feriti in incidenti di motocicliGrafico 36), ma considerando che dal 2000, con l'entrata in vigore della legge sul "casco obbligatorio"[10] sono aumentate le vendite dei motocicli (quasi il 14%) a scapito dei ciclomotori, si nota una sostanziale stabilità del numero di feriti in proporzione all'aumento del parco circolante, intorno al 1% (Grafico 37).

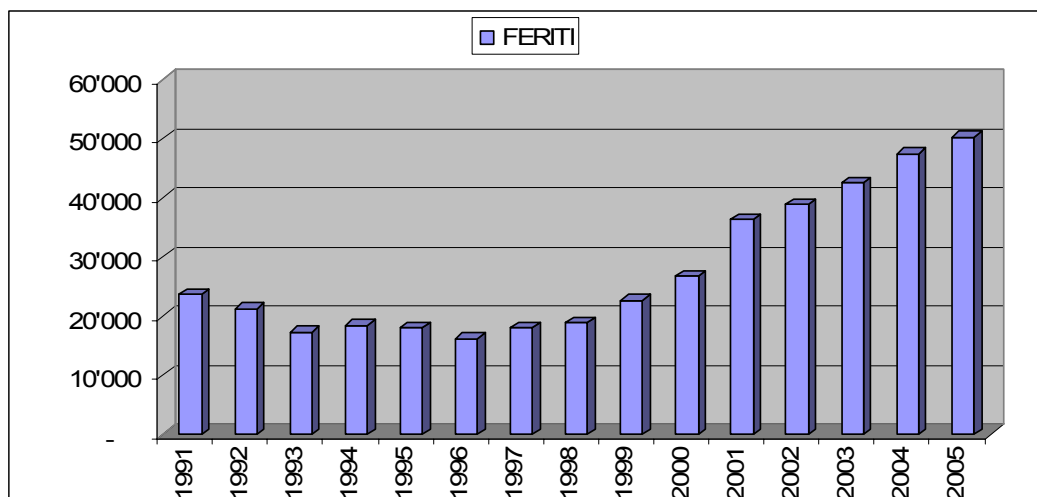
Grafico 36: feriti in incidenti di motocicli

[10] Legge 7 Dicembre 1999, n.472, art.33, entrata in vigore a partire dal 30 Marzo 2000, con il provvedimento legislativo che ha esteso l'obbligo dell'uso del casco ai conducenti maggiorenni alla guida dei ciclomotori a due ruote.

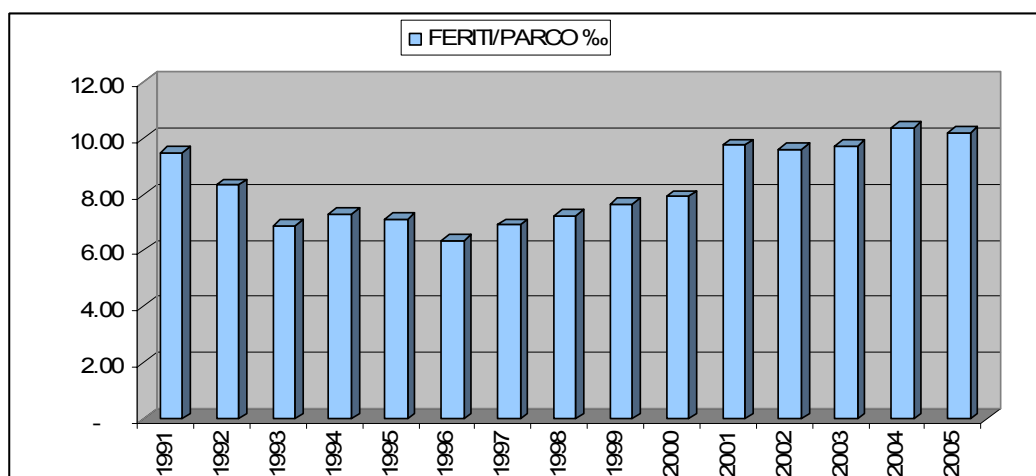
Grafico 37: ‰ feriti in incidenti di motocicli in rapporto al circolante

Anche il numero dei morti è in continuo aumento (Grafico 38), e la proporzione rispetto al parco circolante, è abbastanza stabile intorno allo 0,23% (

Grafico 39).

Grafico 38: Morti in incidenti di motocicli

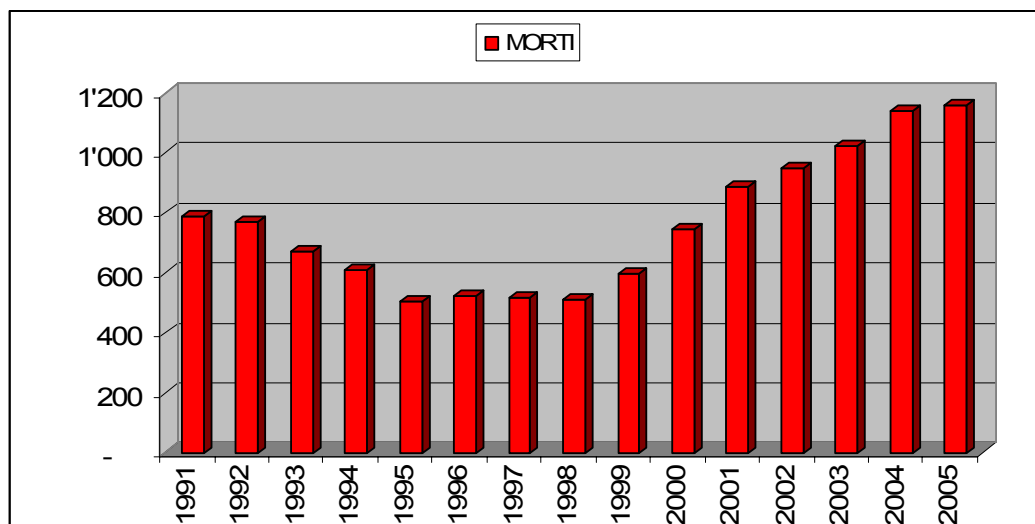
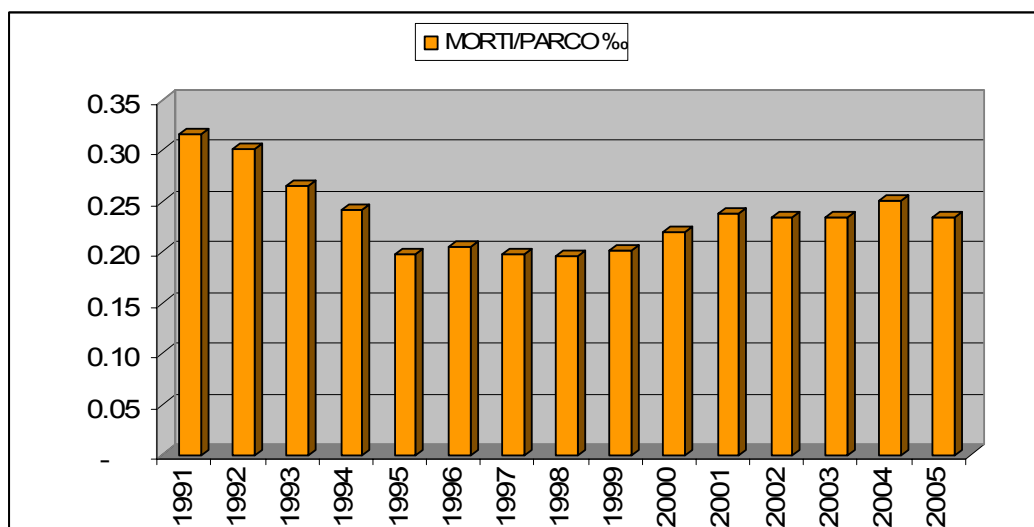



Grafico 39: ‰ morti in incidenti di motocicli in rapporto al circolante

OBIETTIVO 2010

Facendo un bilancio intermedio sul Programma di Azione Europeo per la Sicurezza Stradale che si propone di diminuire del 50% il numero totale degli incidenti mortali dal 2001 al 2010, per quello che riguarda i motociclisti, abbiamo:

- +37,8% di morti dal 2000 (743 morti) al 2003 (1024 morti) rispetto alla media europea di +5,6% negli stessi anni
- +30,5% nei primi 5 anni di riferimento del Libro Bianco, da 886 morti (2001) a 1156 morti (2005) con una media annuale del 6,9% (con questa tendenza si arriverà nel 2010 a 1615 morti, +82%)

CONFRONTO CON LE ALTRE CATEGORIE

Confrontando i dati di lesività rilevati per categoria di veicolo dall'istituto Istat, riferendoci alla

Tabella 61 relativa all'anno 2004, si nota che i morti dei veicoli motorizzati a due ruote corrispondono a più del 28% del totale come circa i feriti, mentre il n° di motocicli è solo il 10,4% del parco totale dei veicoli.
In altre parole si verifica un incidente mortale ogni 2.900 motocicli, mentre per le autovetture 1 morto ogni 10.000, con un'incidenza 3,5 volte maggiore.

Tabella 61: Morti e feriti, per tipo e parco veicoli – Italia, 2004

CATEGORIA VEICOLO	MORTI	FERITI	morti / tot	feriti / tot	PARCO	n° veicoli / morto	veicoli / tot
Automobili	3'298	196'959	58.6%	62.2%	33'973'147	10'301	77.3%
Veicoli pesanti	424	15'232	7.5%	4.8%	4'593'638	10'834	10.5%
Motocicli / Ciclomotori	1'580	90'787	28.1%	28.7%	4'574'644	2'895	10.4%
Biciclette	300	11'766	5.3%	3.7%	-	-	-
Altri	23	1'886	0.4%	0.6%	809'478	35'195	1.8%
Totale	**5'625**	**316'630**	**100.0%**	**100.0%**	**43'950'907**	**7'813**	**100.0%**

Risulta quindi che la categoria dei veicoli motorizzati su due ruote, che rappresenta circa il 10% del parco circolante in Italia, conta invece circa il 28% delle vittime totali: la sproporzione è evidente, (Grafico 40 e

Grafico 41) ed indica come i motociclisti siano più vulnerabili rispetto ai conducenti di automobili.

Grafico 40: Morti relativi ai veicoli motorizzati

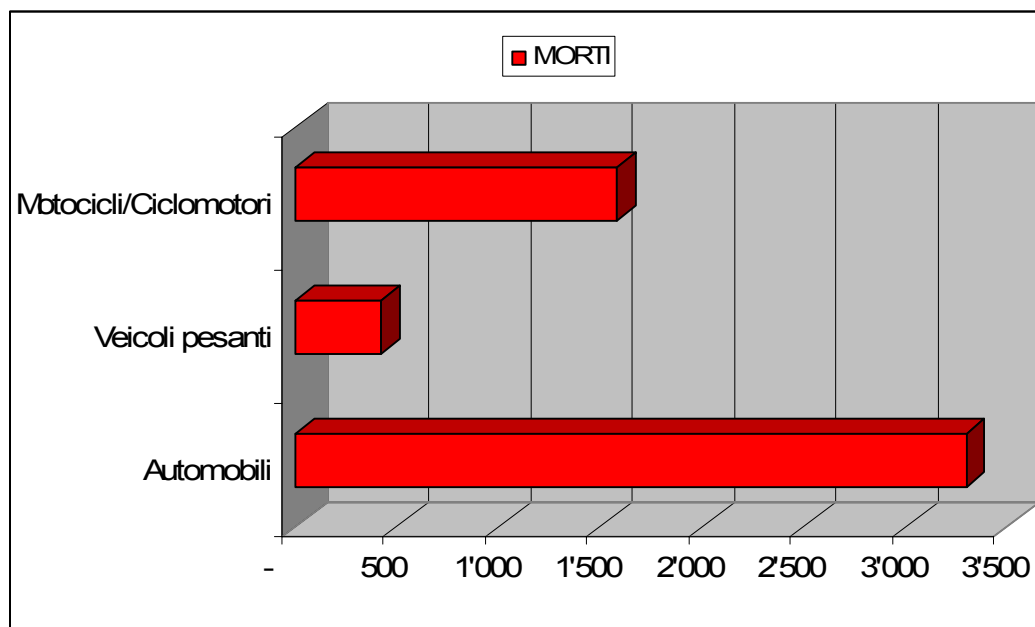
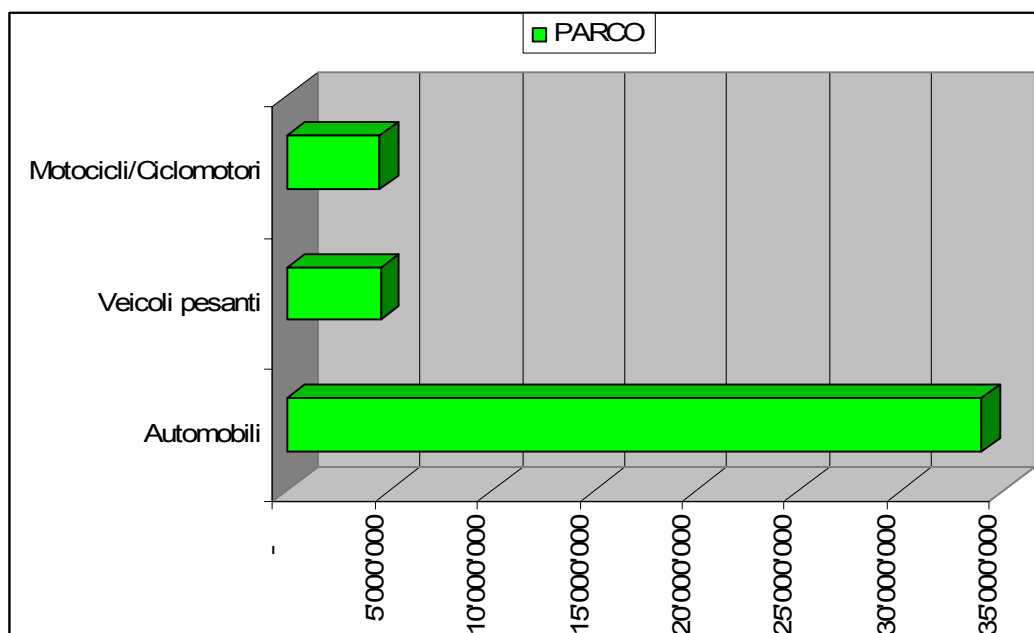



Grafico 41: Parco veicoli motorizzati

DOVE AVVENGONO GLI INCIDENTI

Le città si confermano i luoghi dove si riscontrano la maggior parte di incidenti e di feriti: nel 2005 sulle **strade urbane** si sono verificati **82.907 incidenti stradali** in cui è rimasto coinvolto almeno un veicolo a due route (l'**88,8%** del totale degli incidenti) che hanno causato 95.363 feriti (pari all'**88,6%** sul totale). Il numero dei morti sulle strade urbane è pari al **57,9**% (**1.072** in valore assoluto).

COME AVVENGONO GLI INCIDENTI

Nel 2005 si sono verificati **62.225** incidenti stradali (il **66,7%** del totale) in cui è rimasto coinvolto almeno un veicolo a due route e la causa principale è riferibile al conducente per comportamento scorretto dello stesso nella circolazione.
Ben **21.899** incidenti (il **23,5%** del totale) si attribuiscono ad inconvenienti di circolazione concomitanti, ossia si sono verificati per più di una causa.
Il 4,9 % degli incidenti si riconduce a circostanze riferibili a ostacoli urtati o evitati.

Tabella 62: Circostanze accertate o presunte di incidente stradale in cui è rimasto coinvolto almeno un veicolo a due ruote. Anno 2005 (valori assoluti e composizione percentuale)

DESCRIZIONE CIRCOSTANZE	Valori assoluti	Composizione percentuale
Circostanze presunte riferibili al conducente per comportamento nella circolazione	62.225	66,7
Circostanze riferibili allo stato psico-fisico del conducente	718	0,8
Circostanze riferibili ai pedoni	1.282	1,4
Circostanze riferibili alle persone trasportate	1.772	1,9
Circostanze riferibili a difetti o avarie del veicolo	108	0,1
Circostanze riferibili ad ostacoli urtati	2.199	2,4
Circostanze riferibili ad ostacoli evitati	2.367	2,5
Caduta di persona per apertura di portiera	748	0,8
Per inconvenienti di circolazione concomitanti	21.899	23,5
Altre circostanze	-	-
Totale	**93.320**	**100,0**

TIPO DI INCIDENTI

Quasi 30.000 incidenti di motocicli e ciclomotori avvengono quando sono coinvolti altri veicoli, che corrisponde al 66% degli incidenti, di questi il 74% ovvero circa **il 50% del totale, che corrisponde a 22.197 incidenti, si verificano per la collisione con autovetture.** Tra quelli invece che avvengono con veicolo isolato, distinguiamo per i motociclisti il quasi il 40% (3.777 incidenti pari al 13% del totale) avvengono per un’uscita di strada, mentre per i ciclomotori circa 2.000 incidenti per fuoriuscita e 1.653 con investimento di pedone (10% del totale).

Tabella 63 – Tipo di incidenti divisi per categoria di veicolo - Anno 2006

TIPO di INCIDENTE	CATEGORIA VEICOLO										
	Autovetture private e pubbliche	Autobus e filobus	Tram	Autocarri autotreni autosnodati	Velocipedi	Ciclomotori	Motocicli	Motocarri e motofurgoni	Quadricicli leggeri	Altri veicoli	**Totale**
INCIDENTI A VEICOLI ISOLATI											
Investimento di pedone	13'014	370	60	1'108	208	1'653	2'207	38	21	410	**19'089**
Urto con veicolo in sosta	1'260	17	-	67	106	267	352	6	11	-	**2'086**
Urto con ostacolo accidentale	5'699	27	2	340	148	716	1'420	26	24	6	**8'408**
Urto con treno	6	-	-	1	-	1	-	-	-	-	**8**
Fuoriuscita	14'124	139	3	1'396	403	1'988	3'777	43	61	25	**21'959**
Frenata improvvisa	72	570	41	5	21	132	280	-	-	-	**1'121**
Caduta da veicolo	112	75	9	32	439	1'024	1'664	3	3	8	**3'369**
Totale	**34'287**	**1'198**	**115**	**2'949**	**1'325**	**5'781**	**9'700**	**116**	**120**	**449**	**56'040**
INCIDENTI TRA VEICOLI[11]											
Autovetture private e pubbliche	78'446	864	93	6'437	2'912	8'545	13'652	167	120	171	**111'407**
Autobus e filobus	901	25	6	86	35	113	179	2	3	1	**1'351**
Tram	68	1	12	10	3	3	12	-	-	-	**109**
Autocarri, autotreni, autosnodati	9'040	101	11	1'913	367	776	1'461	24	17	21	**13'731**
Velocipedi	7'135	104	4	725	270	405	560	19	11	36	**9'269**
Ciclomotori	15'990	135	3	1'066	196	741	793	49	28	65	**19'066**
Motocicli	21'095	217	11	1'617	223	700	1'642	49	40	92	**25'686**
Motocarri e motofurgoni	317	4	-	45	3	33	34	8	-	3	**447**
Quadricicli leggeri	185	2	-	15	6	19	27	1	2	1	**258**
Altri veicoli	358	5	-	22	73	101	194	4	2	1	**760**
Totale	**133'535**	**1'458**	**140**	**11'936**	**4'088**	**11'436**	**18'554**	**323**	**223**	**391**	**182'084**

[11] La tavola riporta il numero degli incidenti tra veicoli prendendo in considerazione soltanto i primi due interessati, anche se in alcuni casi gli incidenti coinvolgono più di due veicoli.

Anche tra gli altri veicoli è da osservare che la maggior parte degli incidenti avvengono con le autovetture (dal 33% dei tram, fino al 54 % delle biciclette) e coerentemente **le autovetture compiono l'80% degli incidenti con altri veicoli**, in particolare la metà dei loro incidenti, **78.446**, tra autovetture, in pratica **un incidente su 3 avviene tra autovettura e autovettura.**

CHI VIENE CONVOLTO

Nel 2005 i conducenti morti dei veicoli a due ruote risultano pari a **1.591** e sono pari al **43,7 % del totale dei conducenti morti in incidente stradale** (3.637).
I conducenti rimasti feriti in incidenti in cui è presente almeno un veicolo a due ruote risultano pari a 88.713 e sono pari al 40,0 % del totale dei conducenti feriti in incidente stradale (222.006).

COSTO SOCIALE

Le componenti della mobilità che esercitano un maggior peso sul totale delle vittime sono le automobili (56,2% del costo sociale nazionale), i motocicli (il **15,6%**), e i ciclomotori (11,4%). Le ulteriori due componenti deboli della mobilità, i ciclisti e i pedoni, rappresentano rispettivamente il 4,1% e il 7,5% del costo sociale complessivo[12].
Rispetto all'anno precedente si nota un generale miglioramento dei livelli di sicurezza della mobilità in generale e, in particolare, della mobilità su autovetture (costo sociale: – 6,2%; mortalità: -10,3%) della mobilità pedonale (costo sociale: -2,5%; mortalità – 9,1%) e in misura ancora maggiore della mobilità su ciclomotori (costo sociale: -14,3%; mortalità: -15,8%). In questo ultimo caso tuttavia il dato è condizionato da una apprezzabile riduzione della mobilità su ciclomotore a favore della mobilità su motociclo che registra una pesante crescita di vittime **(costo sociale: +9,2%; mortalità +10,8%)**. Da notare tuttavia che il bilancio complessivo della mobilità su due ruote a motore (motocicli e ciclomotori) registra un sensibile aumento della mortalità (+2,3%) ma anche una sensibile riduzione del tasso di ferimento (-3,5%) con un saldo complessivo di -2,2%.

[12] Dati 2004

Tabella 64: Morti, Feriti e costo sociale per componenti di mobilità. 2003-2004

	MORTI			FERITI			COSTO SOCIALE		
	2003	2004	Var %	2003	2004	Var %	2003	2004	Var %
PEDONI	781	710	-9,1%	17.776	18.285	2,9%	2.397	2.336	-2,5%
AUTOMOBILI	3.131	2.808	-10,3%	194.234	184.532	-5,0%	18.660	17.496	-6,2%
MOTOCICLI	980	1.086	10,8%	41.845	45.362	8,4%	4.446	4.853	9,2%
CICLOMOTORI	461	388	-15,8%	47.501	40.843	-14,0%	4.139	3.547	-14,3%
MOTOC.+ CICLOM.	*1.441*	*1.474*	*2,29%*	*89.346*	*86.205*	*-3,52%*	*8.585*	*8.400*	*-2,15%*
BICICLETTE	326	296	-9,2%	11.100	11.568	4,2%	1.271	1.264	0,6%
ALTRE	386	337	-12,7%	14.868	16.040	7,9%	1.633	1.649	0,6%
ITALIA	**6.065**	**5.625**	**-7,3%**	**327.324**	**21.983**	**-3,3%**	**32.546**	**31.145**	**-4,3%**

In sostanza rispetto al raggiungimento degli obiettivi di riduzione delle vittime fissati in sede europea si nota che:

- le vittime su motocicli presentano un ampio divario rispetto al sentiero obiettivo sia in riferimento alla tendenza di breve periodo, che sono anche le più favorevoli (-77%) sia rispetto a quella di medio periodo che sono le più restrittive ma anche le più realistiche (-83%).
- Per i ciclomotori, nonostante la fase di diminuzione del costo sociale complessivo si è ancora ben distanti dal raggiungimento del sentiero obiettivo necessario. Rispetto alla tendenza di breve periodo lo scarto è pari al 38%, rispetto alla tendenza di medio periodo è del 40%.
- Per le vittime su biciclette la sostanziale stabilità dell'ultimo anno non permette alle tendenze generali di breve e medio periodo di allinearsi con il sentiero necessario alla riduzione. Lo scarto rispetto al breve periodo è pari a-58%, mentre rispetto all'ultimo anno si riduce a -48%.
- Per i pedoni al contrario la tendenza recente si allinea con l'andamento del sentiero obiettivo (+5%), mentre lo scarto, considerando la tendenza di medio periodo è pari a -49%.

Grafico 42: Costo sociale Motocicli

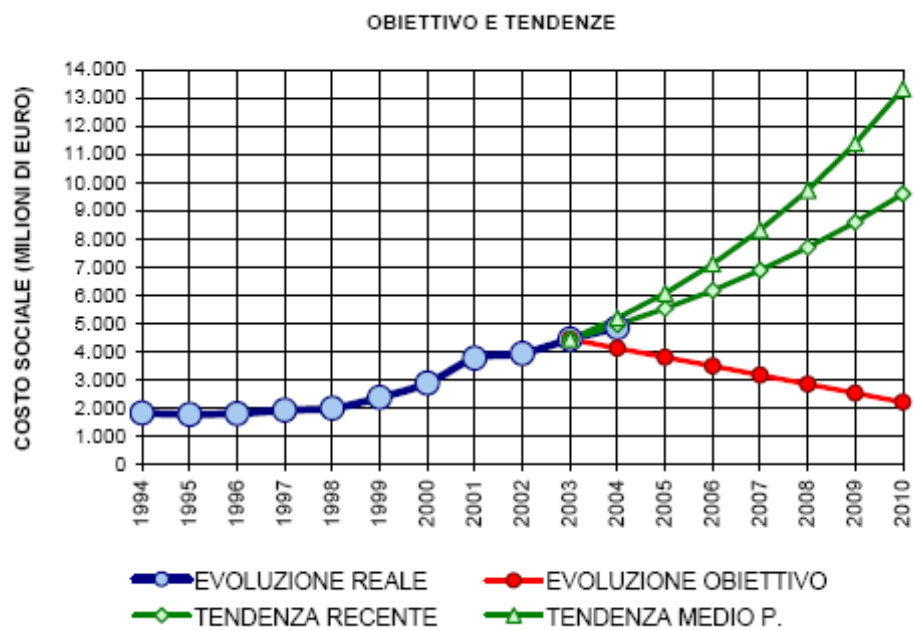



Grafico 43: Costo sociale ciclomotori

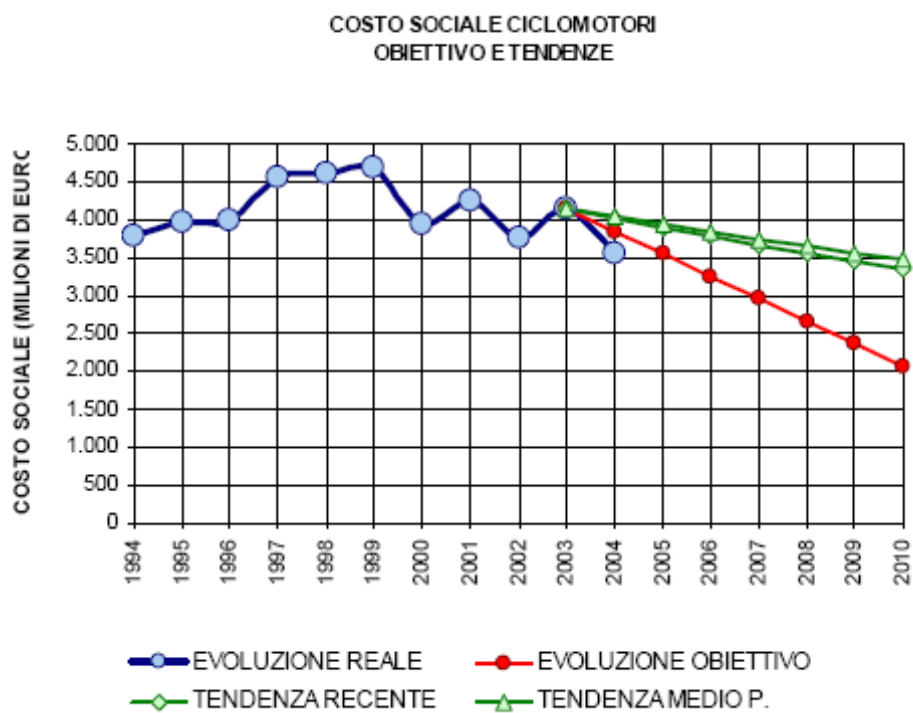



Grafico 44: Costo sociale pedoni

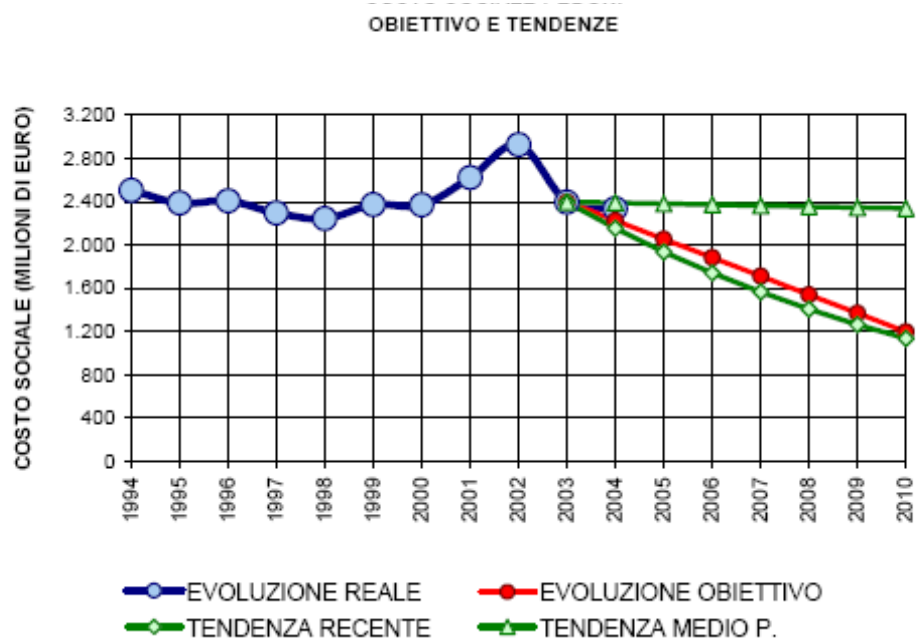
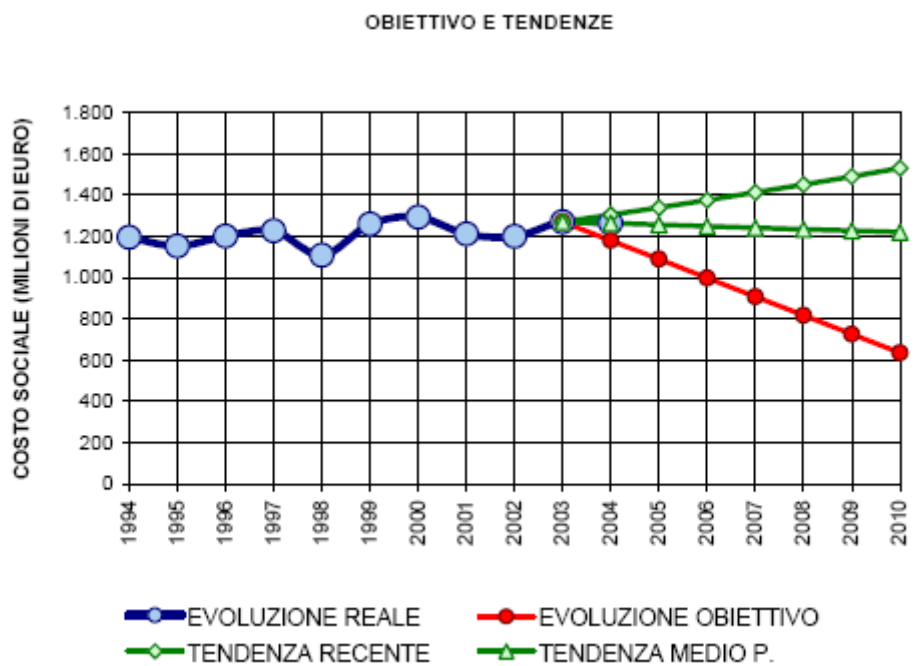



Grafico 45: Costo sociale biciclette

5 FATTORI DI RISCHIO

5.1 PREMESSA

I motocicli e ciclomotori sono diversi per molti aspetti dagli altri veicoli nell'utilizzo della strada e i motociclisti hanno esigenze differenti. Geometria stradale prevedibile, buona visibilità, vie di fuga, superfici stradali di buona qualità con alti livelli di aderenza, sono solo alcuni esempi. Importanti per tutti gli utenti della strada, ma fondamentali per i Motociclisti.
Abbiamo visto nel capitolo precedente che – dopo l'autovettura – è la carreggiata l'ostacolo contro il quale vanno ad impattare più frequentemente i motociclisti. Da ciò emerge con forza l'esigenza di un'analisi approfondita degli elementi dell'infrastruttura.
Oltre al miglioramento dell'infrastruttura è anche necessario tenere conto del suo utilizzo. Il training, la formazione e una maggiore consapevolezza di come comportarsi sulla strada, di come interagire con gli altri utenti della strada, di come prevedere i difetti presenti nella e sulla carreggiata, sono tutti elementi necessari per garantire l'uso appropriato di un'infrastruttura migliore.

5.2 I VEICOLI A DUE RUOTE

Con il termine veicoli a motore a due ruote (Powered Two Wheelers – PTW) si intende i motocicli (cilindrata maggiore a 50cc), gli scooter e i ciclomotori (<50cc)

5.2.1 Le caratteristiche

Il PTW presenta alcuni vantaggi per il suo possessore: riduce i tempi di percorrenza, è relativamente poco costoso ed è facile da parcheggiare. Inoltre, dà al conducente una sensazione di libertà.

E' per questo motivo che il motociclista ha spesso un rapporto affettivo con il proprio mezzo. Un PTW può essere usato per spostamenti regolari o per svago. Molti motociclisti, nel tempo libero, si divertono a viaggiare con il loro PTW, sia da soli che in gruppo.

I PTW si distinguono per molti aspetti dagli altri veicoli a motore. E' opportuno che il progettista di strade e il costruttore che non vanno in moto comprendano come e perché i motocicli sono differenti dagli altri mezzi:

- Contrariamente alle automobili e ad altri veicoli a quattro ruote, un PTW ha solo due punti di contatto con il fondo stradale e non può quindi restare in piedi quando si ferma. Il baricentro e l'assenza della carrozzeria sono caratteristiche peculiari del PTW rispetto agli altri veicoli a motore
- Il PTW ha una cilindrata relativamente grande rispetto alla massa. Di conseguenza accelera più velocemente di un'autovettura.
- Un motociclista è relativamente vulnerabile rispetto ad un automobilista. Questa vulnerabilità è dovuta principalmente alla mancanza di carrozzeria, alla minore visibilità del PTW da parte degli altri utenti della strada e al fatto che un PTW è un veicolo con un equilibrio instabile.
- la maggior parte dello sforzo frenante e il controllo di direzione di un PTW si esercita attraverso il pneumatico anteriore. Questo spiega il fatto che i motociclisti evitano, per quanto possibile, di frenare e curvare simultaneamente, per ridurre la possibilità di ribaltarsi a causa dell'eccessiva aderenza del pneumatico anteriore, che subisce l'effetto di forze contrastanti.
- Il livello di aderenza fra i pneumatici ed il fondo stradale è un fattore critico per la stabilità del PTW. L'aderenza, unita all'effetto giroscopico, fornisce la

stabilità necessaria e la capacità di auto–regolazione dell'equilibrio. Un cambiamento nell'aderenza fra i pneumatici ed il fondo stradale causato, per esempio, da una frenata o da un manto stradale irregolare, può portare alla perdita di controllo durante la manovra a causa dello slittamento della ruota anteriore.

- La perdita di aderenza della ruota anteriore in curva conduce quasi inevitabilmente ad uno scontro.
- l'effetto giroscopico aumenta all'aumentare della velocità. Da 0-20 km/h l'effetto giroscopico è molto basso e provoca scarsa stabilità. Da 20-40 km/h produce sufficiente stabilità, che tuttavia può essere disturbata dall'influenza di altri fattori. Oltre i 40 km/h l'effetto giroscopico è invece abbastanza forte da stabilizzare il PTW
- In curva i motociclisti seguono una diversa traiettoria rispetto ai conducenti degli altri veicoli a motore: si spostano, infatti, lungo tutta la larghezza della corsia per aumentare al massimo l'aderenza, riducendo la sterzata.
- L'effetto sterzante che si ottiene spostando il proprio peso è amplificato all'aumentare della velocità - un piccolo spostamento del manubrio a 90 km/h fa curvare più velocemente che viaggiando a passo d'uomo. A velocità più basse il senso d'equilibrio del conducente è importante. Egli infatti tiene in equilibrio il veicolo con piccoli spostamenti di peso.
- I conducenti di PTW sono più facilmente esposti, per esempio, al vento forte, alla pioggia o all'acqua presente sulla carreggiata.

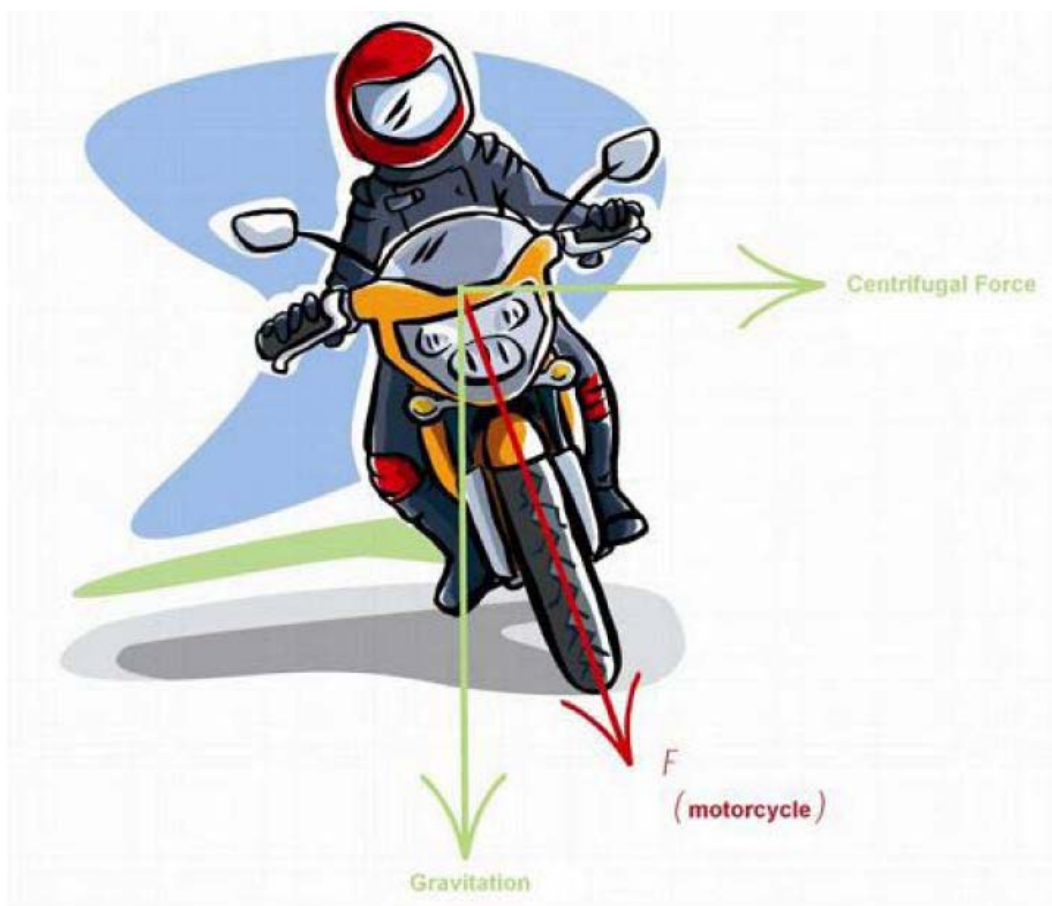



Figura 5: Forze che agiscono su un PTW

Un alto coefficiente di attrito con il fondo stradale è più importante per i PTW che per i veicoli a quattro ruote, particolarmente sulle superfici bagnate e nelle zone in cui è necessario frenare e curvare. Per affrontare una curva i motociclisti si inclinano con un'angolazione che è correlata alla velocità e al raggio della curva - qualsiasi cambiamento di aderenza fra i pneumatici e il fondo stradale può destabilizzare il veicolo. Una superficie non uniforme può compromettere seriamente la tenuta di strada del motociclo. Un improvviso cambiamento di livello della superficie stradale carica e scarica velocemente gli ammortizzatori, riducendo l'aderenza fra la ruota anteriore ed il fondo stradale. In altre parole: la ruota rimbalza e può anche perdere contatto con la superficie.
Cambiamenti imprevisti nell'ambiente stradale, che richiedano una rapida decelerazione o una frenata in curva, possono provocare il "raddrizzamento" del PTW e la sua uscita di curva.

5.2.2 Il campo visivo del motociclista

Il campo visivo del conducente di un PTW è diverso rispetto a quello di un automobilista. Quest'ultimo si inclina all'indietro, mentre di solito i motociclisti si inclinano in avanti riducendo così il proprio campo visivo.

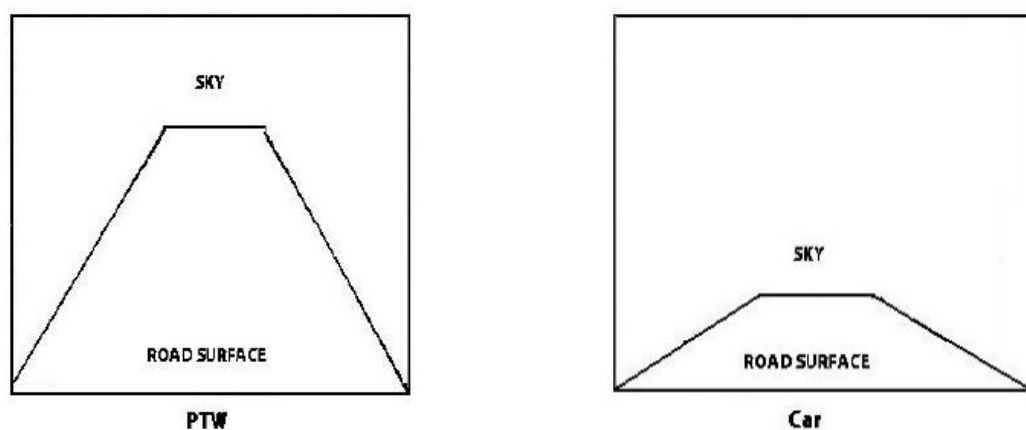



Figura 6: Campi visivi di un motociclista e di un conducente di auto. Visibilità in proporzione del cielo e della superficie stradale

In che misura si ridurrà il campo visivo dipende dalla posizione adottata dal motociclista. All'aumentare della velocità, il campo visivo del motociclista diventa ancor più limitato, anche se questo accade anche agli automobilisti.

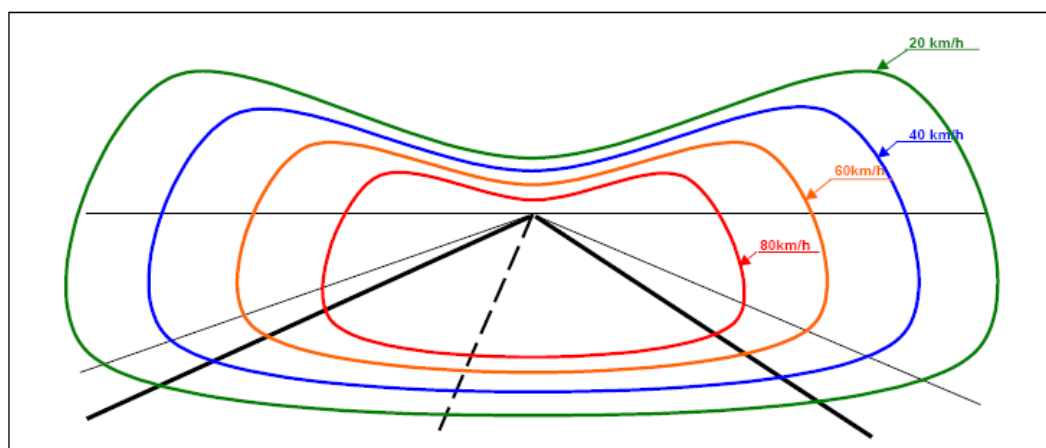



Figura 7: Campo visivo al variare della velocità

Tabella 65: Campo visivo

Informazione percepita dal conducente:	Distanza dal punto in cui si focalizza lo sguardo del conducente			
	40 km/h	60 km/h	80 km/h	100 km/h
Distanza massima per stimare le condizioni della superficie stradale	80 m	120 m	140 m	160 m
Tempo di reazione	5.2 s	5.2 s	5.2 s	3.8 s
Distanza media per stimare le condizioni della superficie stradale	25 m	45 m	55 m	60 m
Stima della velocità del traffico in avvicinamento	200 – 300 m	200 – 500 m	300 – 500	300 - 800
Stima delle condizioni generali della strada	200 - 100	500 – 1,000	1,000 - 1,500	1,000 – 1,500

Inoltre vale la pena di notare che il campo visivo dipende anche dalla forma del casco indossato dal motociclista. I caschi leggeri non interferiscono quasi con il campo visivo del motociclista. Quest'ultimo ha addirittura una migliore visuale rispetto alla media dei conducenti di auto. Dall'altra parte i caschi integrali – il cui utilizzo è molto diffuso – limitano considerevolmente il campo visivo del motociclista.

5.2.3 Veicolo di progettazione

Un veicolo di progettazione è un veicolo le cui caratteristiche sono rappresentative dell'intero parco veicolare o di una parte di esso. Molte carreggiate sono progettate per le automobili o per il trasporto pesante. I PTW rientrano sempre in questo profilo.

Nella tabella sottostante vengono mostrate le dimensioni dei veicoli di progettazione raccomandati per i PTW. Le dimensioni di progettazione devono intendersi come indicazioni per ogni paese. Esse sono ottenute in questo modo:

- viene compilato, a partire da un gran numero di veicoli, un inventario delle dimensioni;
- viene calcolato l'85° percentile[13], cioè il valore che non viene superato dall'85% dei veicoli.

---

[13] Il **percentile** di ordine p (o p° percentile, se p è intero) è il dato che delimita il primo p% dei dati ordinati dai rimanenti dati.

Tabella 66: Dimensioni del veicolo di progettazione

Caratteristiche	Cilindrata ≤ 50 cm^3 (ciclomotori /scooter)	Cilindrata 51 cm^3 < 250 cm^3 (scooter)	Cilindrata 250 cm^3 < 2295 cm^3 (motocicli)
Lunghezza	1850 mm	2240 mm	2530 mm
Larghezza	685 mm	785 mm	995 mm
Peso	85 kg	210 kg	375 kg
Altezza	1140 mm	1440 mm	1410 mm
Seduta	765 mm	785 mm	890 mm

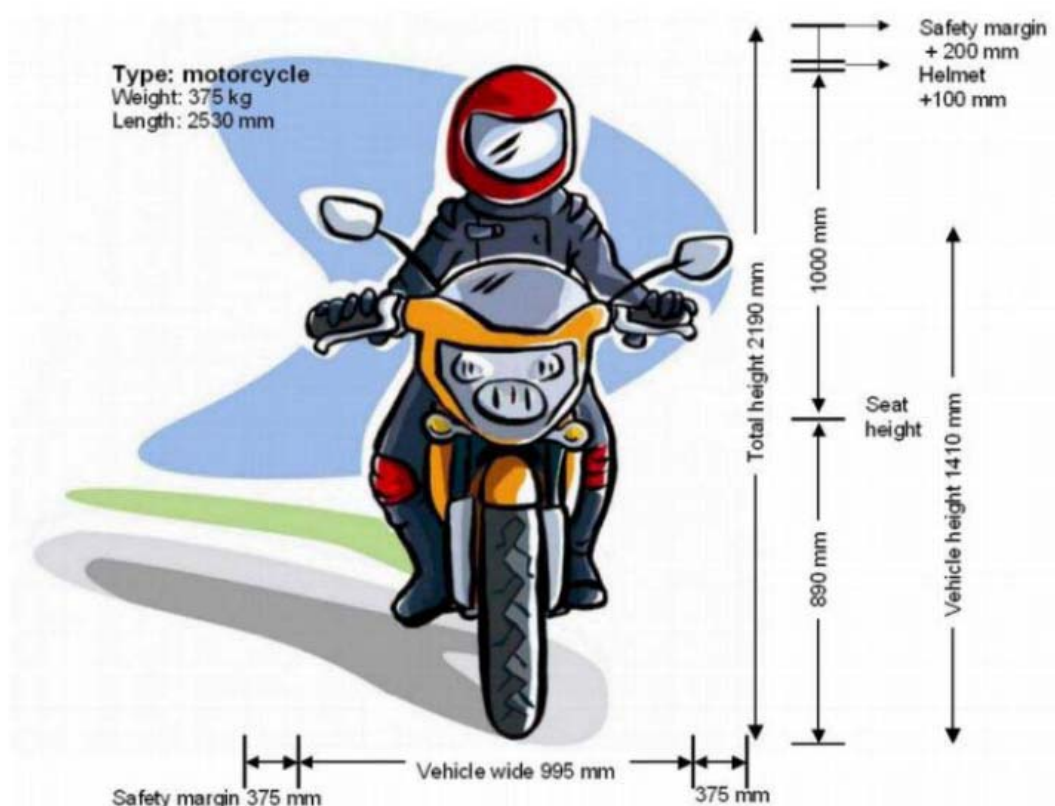



Figura 8: Dimensioni del veicolo di progettazione della categoria Motocicli

5.3 SICUREZZA ATTIVA E PASSIVA

Le misure adottate per la sicurezza dei veicoli vengono tradizionalmente suddivise tra misure di sicurezza attiva e misure di sicurezza passiva.

Per **sicurezza atti**va si intendono quelle misure ed accorgimenti che si occupano della sicurezza dei veicoli prima che l'incidente avvenga, funzionando quindi in modo preventivo.

La **sicurezza passiva** comprende invece quelle misure che si preoccupano dell'incolumità di persone e cose dopo che l'incidente è avvenuto: il loro scopo è quindi quello di mitigare gli effetti dell'incidente limitando il più possibile danni gravi ai veicoli e ad altri elementi sensibili dentro e fuori dalla sede stradale, e soprattutto ridurre il più possibile la gravità delle lesioni subite dalle persone coinvolte.

- Capita però che elementi e dispositivi adottati allo scopo di aumentare la sicurezza, se mal progettati o installati sulla sede stradale in modo superficiale o in posizioni sconvenienti, rischiano di provocare più danni che effetti positivi, diventando a volte delle vere e proprie trappole per i veicoli e i loro conducenti.

Per quanto riguarda la sicurezza attiva, le misure usualmente adottate per auto e veicoli pesanti sono in genere sufficienti anche per i motocicli – si vedrà che in realtà esistono anche alcuni aspetti per i quali ciò non è vero – e riguardano in larga misura la realizzazione e il mantenimento in buone condizioni della sede stradale.

E' però nel campo della sicurezza passiva che le misure tradizionalmente utilizzate per automobili e veicoli pesanti possono risultare più frequentemente in contraddizione con le richieste di sicurezza dei motocicli, ed è quindi a queste che si dedicherà maggiore attenzione nei prossimi paragrafi.

Rimane salvo il fatto che alcuni elementi possono coinvolgere questioni di sicurezza attiva o passiva a seconda dei casi: come esempio accenniamo ai cartelli stradali di segnalazione, che svolgono sicurezza attiva quando avvertono gli utenti per pericoli presenti sulla strada, ma possono diventare pericolosi ostacoli per mezzi e conducenti fuori controllo che impattino su di essi, divenendo quindi più propriamente elementi di pericolo (anti-sicurezza passiva). Non faremo quindi una rigorosa suddivisione degli elementi studiati tra quelli che riguardano la sicurezza

attiva o quella passiva, ma evidenzieremo di volta in volta quale funzione viene esercitata.

5.4 CARATTERISTICHE DELLA SEDE STRADALE

Le grandezze caratteristiche della pavimentazione stradale sono: la portanza, la rugosità, la regolarità e la rumorosità.

La **portanza** riguarda l'aspetto strutturale ed indica l'attitudine della pavimentazione a sopportare i carichi; le altre tre sono pertinenti con l'aspetto funzionale: la **rumorosità** ha attinenza con l'impatto ambientale e misura il rumore generato dal contatto tra pneumatico e strada, la **regolarità** è connessa con il confort perché misura gli scostamenti della superficie stradale rispetto alle quote di progetto, ed infine la **rugosità** concerne con la sicurezza ed è l'attitudine a fornire in ogni condizione adeguata aderenza tra pneumatico e strada. Sono quest'ultime due caratteristiche che devono mantenere alti livelli di qualità affinché la pavimentazione stradale non diventi causa di possibili incidenti.

Soprattutto l'aderenza e la regolarità devono essere periodicamente verificate in prossimità delle curve e degli incroci, che infatti saranno oggetto dell'analisi dei prossimi paragrafi, per permettere tempestivi interventi di manutenzione se la pavimentazione risulta degradata.

5.4.1 Aderenza

L'aderenza, che è intimamente connessa con la sicurezza della circolazione, si estrinseca attraverso la rugosità che è la risultante di due componenti: la macrorugosità e la microrugosità.

La macrorugosità è dovuta all'insieme delle asperità superficiali intergranulari della pavimentazione, ed è determinabile con il sistema dell'altezza di sabbia (HS), metodo puntuale che inoltre richiede la limitazione del traffico, oppure può essere utilizzato il «Texture Meter»[14].

In entrambi i casi la macrorugosità viene misurata in millimetri come altezza media di sabbia (macrorugosità media: HS = 0,40 – 0,80 mm).

---

[14] «Texture Meter» macchina ad alto rendimento che esegue la misura in continuo alla velocità di 60 km/h, mediante un'apparecchiatura laser dotata di un'unità di proiezione e di una di ricezione, montate su una barra rigida

Tabella 67: Macrorugosità espressa in HS

HS [mm]	< 0.20	0.20 – 0.40	0.40 – 0.80	0.80 – 1.20	> 1.20
Macrorugosità superficiale	Molto fine	Fine	Media	Grossa	Molto grossa

La microrugosità, invece, tiene conto della scabrezza dei singoli elementi lapidei contenuti nella miscela della pavimentazione: l'attrito radente, su tratti stradali di lunghezza contenuta, viene misurato per mezzo dell'apparecchio portatile a pendolo mediante prova SRT[15], che fornisce risultati espressi in BPN; il coefficiente di aderenza può altresì essere misurato in continuo mediante un apparato ad alto rendimento detto «SCRIM»[16], i cui risultati vengono espressi in CAT (coefficiente di aderenza trasversale).

L'accettazione delle caratteristiche di aderenza degli strati superficiali nuovi ed usati dei conglomerati bituminosi, il CAT deve superare il valore di 60 (vedi Tabella 68) Per pavimentazioni esistenti la soglia di sicurezza per la quale l'incidentalità diventa superiori ai valori medi e per la quale quindi si impone un intervento , è valutata dai seguenti limiti: **HS < 0,25 mm**, **BPN < 35** e **CAT < 40**.

Tabella 68: Limiti di accettabilità per nuove costruzioni

Materiale	**HS [mm]**	**BPN**	**CAT**
Conglomerati bituminosi	> 0.40	> 55	> 60
Conglomerati bituminosi drenanti	> 0.50	> 65	> 55
Trattamenti superficiali	> 0.70	> 65	> 65
Microtappeti a freddo con diametro massimo degli inerti 5 – 6 mm	> 0.40	> 55	>55
Microtappeti a freddo con diametro massimo degli inerti 7 – 9 mm	> 0.50	> 60	> 60
Microtappeti a freddo con diametro massimo degli inerti 10 – 13 mm	> 0.60	> 65	> 65

[15] SRT: prova discontinua e puntuale, effettuata mediante un pendolo dotato all'estremità libera di un pattino di gomma, che viene lasciato cadere dalla posizione orizzontale sulla pavimentazione abbondantemente bagnata, misurando l'altezza a cui risale si può conoscere l'energia persa nel contatto pattino-pavimentazione, convertita poi mediante tabelle in "British Portable tester Number" (BPN).

[16] «SCRIM» autocarro dotato di due ruote fissate sui lati e angolate di 20° rispetto alla direzione di marcia: il coefficiente energetico di aderenza trasversale (CAT) si calcola come rapporto tra la forza agente perpendicolarmente al piano di rotazione delle ruote e il carico verticale applicato sulle ruote stesse.

La diminuzione della rugosità superficiale si manifesta in genere con perdita della tessitura geometrica, rifluimento del legante bituminoso, levigatura, spogliamento e sgranamento degli inerti, e le cause principali sono una composizione inadatta del conglomerato bituminoso, l'utilizzo di un legante inadeguato in qualità e quantità, e l'usura degli inerti col passare del tempo.

L'aderenza tra pneumatico e piano viabile dipende da numerosi fattori:

- la velocità di percorrenza dei veicoli: risultati sperimentali evidenziano che l'aderenza diminuisce all'aumentare della velocità. Questo decremento è contenuto nel caso di pavimentazione asciutta e può raggiungere valori elevati in presenza di velo idrico sul piano viabile;
- le specifiche del pneumatico, in termini di pressione di gonfiaggio, geometria e scolpitura;
- lo stato di usura della pavimentazione: le sollecitazioni trasmesse dal traffico producono una progressiva levigatura degli inerti con conseguente modifica della tessitura della superficie viaria.
- la pulizia della pavimentazione: nel caso in cui sul piano viabile si accumulino sabbia, terra, polveri o altri contaminanti l'aderenza diminuisce drasticamente;
- le condizioni meteorologiche.

Per valutare l'influenza di queste ultime sull'aderenza stradale, si consideri un piano viabile bagnato. Si possono distinguere tre diversi tipi di contatto pneumatico-strada in funzione dello spessore del velo idrico (s) presente:

- bagnato ($s > 1$ mm);
- umido ($s > 0.1$ mm);
- secco.

Questa suddivisione trae origine dalla marcata differenza dei fenomeni fisici coinvolti nei tre differenti casi. In presenza di un velo idrico elevato, maggiore di 1 mm, l'acqua presente davanti al pneumatico genera una pressione tale da superare in modulo il valore di quella di contatto. La ruota rimane sollevata da terra e si verifica il caso di aquaplaning dinamico (Figura 9).
Se sulla sede stradale è presente un velo idrico modesto, l'acqua è aspirata attraverso le scanalature del battistrada e si interpone fra il pneumatico e la parte alta delle asperità del manto di usura. Questo è il caso dell'aquaplaning viscoso,

così chiamato perché all'aumentare della velocità di scorrimento, tra la superficie del pneumatico e quella del manto di usura si crea una pressione viscosa. Si manifesta anche per velocità molto basse (Figura 10).

Quando lo spessore del velo idrico è compreso tra 0.1 ed 1 mm, allora si possono sviluppare entrambi i fenomeni contemporaneamente.

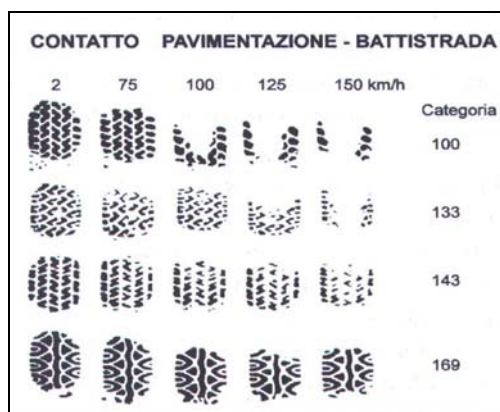



Figura 9: Aree di contatto nelle condizioni di aquaplaning dinamico al variare della velocità

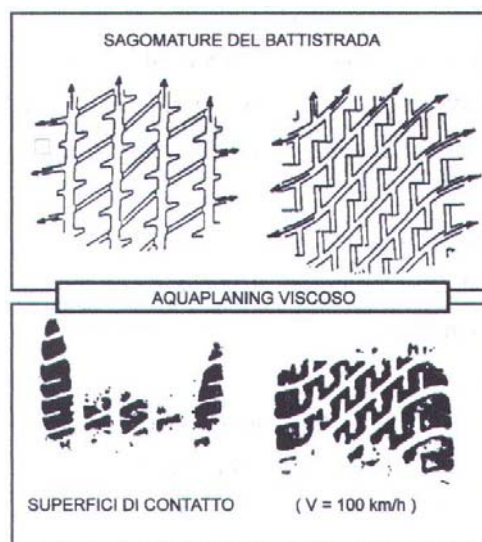



Figura 10 Prestazioni di due pneumatici con diversa sagomatura del battistrada in condizioni di aquaplaning viscoso

5.4.2 Regolarità

Gli scostamenti della superficie viaria rispetto alle quote di progetto vengono misurati sia nella sezione trasversale che lungo il profilo longitudinale.

Figura 11: Le condizioni della strada dovrebbero garantire la sicurezza di tutti gli utenti della strada. Buche e superfi ci colorate possono causare perdita di aderenza.

La regolarità trasversale viene rilevata mediante una macchina chiamata ARAN che, montata su un veicolo in marcia a 80 – 100 km/h, emette ultrasuoni che permettono di misurare in millimetri la profondità delle discontinuità presenti sulla pavimentazione; il metodo di rilevazione è continuo, e non presenta quindi lo svantaggio di dover bloccare il traffico veicolare, e vengono fornite la **pendenza trasversale** e la **profondità delle ormaie**.
Anche la regolarità longitudinale viene valutata con l'apparecchiatura ARAN, però il veicolo è dotato di rilevatori laser ed accelerometri, e i dati ottenuti permettono di valutare l'indice IRI (International Roughness Index), espresso in m/km, e correlarlo all'indicatore PSI (Present Serviceability Index). Il PSI (AASHTO, 1986) Fornisce un'indicazione delle condizioni della pavimentazione stradale ai fini della sicurezza della circolazione, ed assume valori compresi tra 5 (strada in ottime condizioni) e 0 (pessime condizioni).

La pavimentazione stradale risulta idonea fintanto che le misurazioni mostrano **scostamenti ≤ 7 ÷ 8 mm**[17]. Per pavimentazioni nuove generalmente è richiesto un **IRI < 1 m/km** e quindi un **PSI > 4,2.**
Un altro metodo di misurazione è il metodo francese APL, che utilizza le lunghezze d'onda di un macchinario montato su un veicolo in marcia.
Situazioni di regolarità compromessa si manifestano con ondulazioni longitudinali e trasversali, ormaie, depressioni localizzate (buche), avvallamenti, e comunque con una forma di deterioramento superficiale della pavimentazione stradale, causato da una struttura portante inadeguata, una composizione e posa difettosa del conglomerato bituminoso, deformazioni visco-plastiche, deficienza iniziale e invecchiamento del legante, segregazione degli inerti.

[17] Per quanto riguarda le Autostrade, viene richiesto che gli scostamenti non superino i 5 mm; l'Anas, invece, ammette scostamenti fino a 10 mm; per le strade meno recenti, infine, non si possono superare i 15 mm.

5.5 MANUTENZIONE

5.5.1 Rigenerazione dell'aderenza

Intervento finalizzato ad aumentare la rugosità della pavimentazione, senza apporto di nuovo materiale (ad es.: **idropulitura a pressione**, **sabbiatura-irradiatura**, **bocciardatura**) o con apporto di nuovo materiale (ad es.: **rigranigliatura**). In particolare, per irruvidire la pavimentazione la bocciardatura prevede la creazione mediante una macchina fresante, dotata ad esempio di dischi al vidian, di solchi profondi circa 5 mm, o di più per ottenere un effetto antisonoro: occorre prestare la massima attenzione affinché le dimensioni di questi solchi non siano tali da creare pericolo alle ruote dei motocicli, che potrebbero incastrarsi e percorrerle come fossero un binario. Anche la rigranigliatura, che prevede lo spandimento di materiale granulare sul bitume che sia eventualmente trasudato dalla pavimentazione, deve essere compiuta prestando la massima attenzione, affinché non rimangano residui pericolosi in particolare per i motociclisti. Quanto scritto vale evidentemente a maggior ragione nei punti più critici per i veicoli a due ruote, cioè le curve e gli incroci.

5.5.2 Trattamenti superficiali

Si tratta di opere di irruvidimento del manto stradale. Ad una pulizia preliminare della superficie stradale da trattare, mediante una "motospazzatrice aspirante", segue l'applicazione del legante per mezzo di una "cisterna spruzzatrice"; l'applicazione degli inerti mediante un autocarro, detto "spandigraniglia", che segue immediatamente la spruzzatrice; la compattazione del tratto lavorato mediante rulli vibranti gommati, per non frantumare gli inerti; l'eventuale seconda applicazione di legante e inerti, cui segua un'ulteriore compattazione; infine nuovamente il passaggio della motospazzatrice aspirante per rimuovere la graniglia in eccesso. I materiali necessari alla miscela sono bitumi semisolidi "a caldo" o emulsioni bituminose "a freddo", utilizzati come leganti, e inerti dotati di

buone caratteristiche[18]. Il numero di strati e le quantità di legante e inerti necessari dipendono fondamentalmente dal volume di traffico che riguarda il tratto di strada sul quale si sta lavorando.

5.5.3 Tappeti superficiali

Interventi più radicali rispetto ai trattamenti superficiali, realizzati mediante l'aggiunta di ulteriori strati sopra la pavimentazione esistente, per ripristinare aderenza, regolarità, rumorosità e, se realizzati in tempo utile, anche la portanza della pavimentazione stradale. I tappeti superficiali possono essere realizzati secondo le modalità dei normali strati in conglomerato bituminoso (è il caso dei tappeti tradizionali, di quelli con inerti in argilla espansa, più leggeri e isolanti termicamente, e dei tappeti drenanti e fonoassorbenti), oppure utilizzando malte bituminose "a freddo" (ad es.: i tappeti chiamati "slurry seal", che presentano il vantaggio della velocità di posa e di indurimento), oppure prevedendo un'armatura (ad es.: i microtappeti armati, rinforzati da un geotessile in polipropilene non tessuto termosaldato posto in tensione mediante chiodatura, che impedisce la riflessione in superficie delle lesioni profonde e garantisce al contempo l'impermeabilizzazione della sovrastruttura).

Vogliamo qui sottolineare l'importanza per la sicurezza dei motociclisti (ma a ben vedere anche degli altri utenti della strada) che avrebbe una maggiore diffusione dei **tappeti drenanti** (e **fonoassorbenti**: diminuiscono il rumore di rotolamento con un notevole beneficio sull'impatto ambientale). L'aderenza fra i pneumatici del veicolo e la pavimentazione varia molto con lo spessore del velo idrico che si forma su di essa in caso di pioggia o dispersione di acqua, e si annulla quando tale spessore raggiunge dimensioni dell'ordine di grandezza dello spessore del battistrada. E' quindi fondamentale garantire uno smaltimento efficiente dell'acqua, e questo può essere realizzato mediante l'impiego, appunto, dei tappeti drenanti: questi, utilizzando inerti dalla granulometria molto discontinua,

[18] In effetti gli inerti, presenti nella miscela in percentuale di volume maggiore, sono gli elementi più sollecitati dai veicoli e dal clima, e si richiede quindi che abbiano elevata resistenza meccanica, che siano adeguatamente frantumati e puliti per eliminarne la polvere, che subiscano una perdita di peso $< 20\%$ nella prova di abrasione Los Angeles, e siano dotati di elevato coefficiente di forma, con al massimo il 10% di elementi di forma non idonea.

permettono all'acqua di infiltrarsi nel tappeto[19], evitando così il verificarsi di fenomeni di aquaplaning[20] e di "splash"[21], molto pericolosi in caso di pioggia. E' paradossale come l'Italia sia uno dei paesi più avanzati nella ricerca e nella produzione dell'asfalto drenante, eppure i tappeti di questo tipo siano tanto poco utilizzati proprio sulle strade italiane: non è giusto che il costo leggermente maggiore rispetto all'asfalto tradizionale faccia chiudere gli occhi riguardo la sua indubbia efficacia nel salvare delle vite umane.

5.5.4 Rappezzi

Trattamenti realizzati nei tratti dove si sia verificato un deterioramento della pavimentazione, con distacco di conglomerato bituminoso; possono riguardare tratti brevi (ad es.: buche sull'asfalto) o più lunghi (p.: rifacimento del manto stradale dopo uno scavo per lavori), ma dovrebbero rimanere un intervento momentaneo, sufficiente a mantenere un livello di servizio accettabile in attesa di interventi più radicali. Delle due metodologie di applicazione del conglomerato bituminoso sarebbe preferibile quella "a caldo", che però risulta poco agevole; più frequentemente si ricorre quindi alla metodologia "a freddo", poiché il conglomerato, opportunamente modificato, può essere stoccato e impiegato senza che solidifichi anche a temperatura ambiente. I rappezzi possono diventare vere e proprie trappole per i motociclisti se vengono realizzati in modo trascurato: particolarmente importante, al riguardo, è la cura da porre nel regolarizzare i bordi della copertura, nel parificarne il livello con quello della pavimentazione, nell'aggiunta di sabbia per saturare dannosi trasudamenti di bitume (avendo cura di rimuovere quella non assorbita al termine del lavoro!), e nella verifica che i valori di aderenza non siano insufficienti, e comunque in linea con quelli della pavimentazione circostante.

---

[19] Naturalmente la predisposizione di un tappeto drenante deve essere accompagnata da una precedente impermeabilizzazione della struttura stradale, perché l'acqua possa essere smaltita senza penetrare negli strati più profondi.

[20] aquaplaning: perdita di aderenza degli pneumatici e quindi del veicolo sull'asfalto bagnato, dovuta alla formazione di un velo di liquido tra pneumatico e asfalto quando si superano determinate velocità.

[21] "splash": sollevamento e nebulizzazione dell'acqua presente sul manto stradale.

5.5.5 Fresatura e Ricostituzione del Conglomerato Bituminoso

Questo intervento risolve problemi di aderenza e regolarità se realizzato fino a profondità di 4÷6 cm, ma anche strutturali di portanza se portato fino a profondità maggiori di 10 cm. Utilizzando frese adatte, si procede alla "scarifica", cioè alla asportazione e rimozione del conglomerato bituminoso fino alla profondità necessaria; dopo aver ripulito le superfici si prosegue con la stesa di una mano di attacco e successivamente del conglomerato nuovo o opportunamente riciclato. La fresatura "a freddo", realizzata con una macchina dotata di tamburo rotante con punte di acciaio speciale, è più utilizzata di quella "a caldo", poiché permette la lavorazione di spessori maggiori (fino a 20 cm), una elevata velocità e quindi una maggiore produzione, e il materiale così fresato è molto disaggregato, dunque di più agevole riutilizzo; i difetti di questa metodologia sono una elevata alterazione granulometrica del materiale fresato e la notevole usura delle punte della fresa.

5.5.6 Pulizia della Pavimentazione

Durante l'esercizio delle strade è necessario verificare periodicamente lo stato della pavimentazione anche dal punto di vista della pulizia: la sporcizia, soprattutto in corrispondenza delle curve e delle intersezioni stradali, riduce sensibilmente e in modo inaspettato l'aderenza, creando così tratti molto pericolosi. Viste le particolari caratteristiche operative dei veicoli a due ruote, il rischio maggiore è proprio per questa categoria di veicoli, le cui esigenze di sicurezza devono essere considerate quando viene realizzata la manutenzione delle strade: un gran numero di incidenti sarebbe evitato se le strade fossero pulite meglio, o se almeno fossero segnalati i tratti di strada più rischiosi, perché i motociclisti siano avvertiti con sufficiente anticipo del pericolo presente nel tratto di strada successivo.

Numerose possono essere le insidie che riducono l'aderenza della superficie stradale: i camion che trasportano il materiale necessario ai cantieri possono perdere parte del loro carico, e questo può verificarsi soprattutto in curva o agli incroci, quindi proprio nei tratti di strada più pericolosi; terriccio può cadere sulla pavimentazione dalle scarpate ai lati della strada se non adeguatamente protette, o perché trascinato dall'acqua in occasione di piogge abbondanti; sabbia e fango possono provenire anche da lavori di manutenzione o dalla pulizia dei fossetti

posti a lato delle strade; soprattutto in aree montuose e in certe stagioni, le foglie cadute dagli alberi in gran numero possono essere superfici particolarmente insidiose per le ruote dei motocicli; oli, benzina e gasolio vengono rilasciati dagli scarichi dei veicoli, rendendo l'asfalto ancora più scivoloso, soprattutto in prossimità dei distributori di carburante; anche in caso di incidente possono rimanere sulla sede stradale pericolose chiazze di olio o carburante; i veicoli rilasciano sulla pavimentazione anche parte del materiale asportato dai pneumatici, che in caso di pioggia produce un velo particolarmente scivoloso che ricopre la superficie stradale, e questo avviene soprattutto in prossimità degli incroci, dove sono più frequenti accelerazioni e frenate brusche; molte altre, comunque, possono essere le cause che provocano sporcizia sulla pavimentazione.

Figura 12: tratto di strada cosparso di ghiaia, posto in curva e con il guardrail sprovvisto di ogni dispositivo che possa limitarne la pericolosità in caso di caduta: non si può certo dire che, in questo caso, si sia tenuto conto della sicurezza stradale dei motociclisti, ma neppure di quella dei conducenti delle altre categorie di veicoli

Si vede, quindi, che il monitoraggio deve essere continuo, perché si possa intervenire in tempo per evitare incidenti, soprattutto in quei tratti di strada più frequentati dai motociclisti: può essere utile realizzare una mappa dei tratti più pericolosi, magari proprio in collaborazione con le associazioni dei motociclisti, certo più sensibili alla problematica.

Nodi stradali particolarmente interessati dal problema, situati soprattutto in aree rurali, sono anche gli incroci dove una strada secondaria non asfaltata si immette sulla viabilità principale: i veicoli provenienti dalla strada laterale, soprattutto se veicoli agricoli, possono rilasciare grandi quantità di ghiaia e materiale terroso. In questi casi, un intervento utile può essere la posa di asfalto anche sul primo tratto della strada secondaria.

5.5.7 Buche

Le buche costituiscono un problema per i motociclisti quando vengono attraversate, soprattutto se sono profonde, ma sono pericolose anche quando si cerca di evitarle all'improvviso perché si sta circolando dietro ad una autovettura e vengono quindi avvistate all'ultimo momento.

Figura 13: buca localizzata al centro della corsia, quasi indifferente per un'auto, pericolossissima per un motociclo

Figura 14: effetto “ragnatela” di una sede che necessita manutenzione

5.6 TRACCIATO

5.6.1 Curve

Le curve rappresentano il tratto di infrastruttura stradale nel quale i motociclisti sono più vulnerabili.
La **modalità di guida dei motocicli** è diversa da quella dei veicoli su quattro ruote. In marcia i motocicli non cadono perché l'effetto giroscopico delle ruote, in moto rotatorio sul loro asse, contribuisce a mantenerli in equilibrio, opponendosi alle forze che invece tenderebbero a fare inclinare il veicolo; questo fenomeno, così importante per la marcia dei veicoli a due ruote, può però rappresentare un pericolo in corrispondenza delle curve: il conducente, infatti, per affrontare il tratto curvilineo deve necessariamente inclinare il veicolo, ed è contrastato in questo proprio dall'effetto giroscopico che tende invece a raddrizzarlo, e a fargli seguire una traiettoria diversa. Se affrontate senza la dovuta prudenza, quindi, le curve possono diventare molto pericolose proprio a causa delle forze che garantiscono il sostentamento del veicolo a due ruote.

Differenze nella sicurezza della guida si manifestano anche nel caso in cui il veicolo, durante il suo cammino, perda improvvisamente l'equilibrio: a meno che il veicolo non si ribalti, e disponendo di spazio sufficiente, un automobilista può recuperare il controllo senza subire gravi conseguenze, mentre la **perdita di stabilità** da parte di un motociclo difficilmente può essere recuperata dal pilota, e spesso evolve in cadute rovinose. Situazioni di questo tipo possono essere provocate da ostacoli posti sulla superficie stradale o dal cattivo stato della pavimentazione: dossi, cordoli, buche, solchi, giunti, piccole aree con aderenza ridotta, avvallamenti, ondulazioni e altre discontinuità che si possono incontrare lungo il tracciato, generalmente provocano solo una perdita del controllo momentanea se affrontate da un'automobile, mentre per motocicli e ciclomotori rappresentano trappole dalle conseguenze spesso drammatiche. Le automobili sono dotate, inoltre, di dispositivi tecnologici che, in caso di brusche frenate improvvise, impediscono alle ruote di bloccarsi, aiutando il conducente ad evitare situazioni pericolose: tali dispositivi sono invece assenti dalla maggior parte dei

motocicli[22], e quindi quando un pilota cede all'istinto di frenare bruscamente corre il rischio di ribaltarsi a causa del blocco delle ruote.

Un altro aspetto di cui tenere conto riguardo la sicurezza del moto in curva è l'**aderenza**: un livello adeguato di questa caratteristica della strada è necessario nei tratti curvilinei per permettere ai veicoli di equilibrare le forze trasversali. La Figura 15 mostra schematicamente le forze che il sistema veicolo-motociclista scambia con la pavimentazione sul piano trasversale alla direzione del moto: in curva, il motociclo viene inclinato dal pilota per contrastare la forza centrifuga, e il veicolo rischia di slittare se l'aderenza della pavimentazione è insufficiente. E' chiaro quindi che il contributo fornito dall'aderenza in caso di necessità deve essere più grande possibile: poiché tale contributo è proporzionale all'area di contatto tra le superfici coinvolte, risultano certamente più svantaggiati i veicoli dotati di sole due ruote anziché quattro, poiché possono disporre di un'area di contatto totale minore, e per di più variabile in funzione dell'inclinazione del pneumatico stesso (Figura 16).

[22] Recentemente sono stati messi sul mercato modelli di ciclomotori dotati di sistema Abs (Antilock brake system), ma le stesse case produttrici ammettono un livello minore di efficacia rispetto ai dispositivi simili utilizzati dalle automobili.

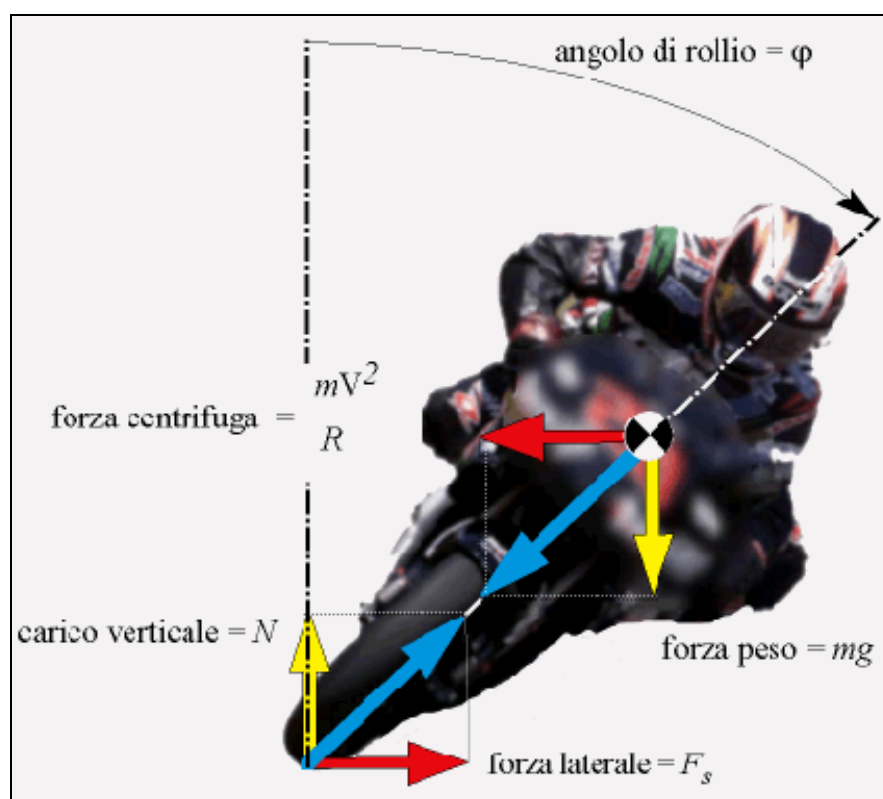



Figura 15: Equilibrio del motociclo in curva. R indica il raggio di curvatura della curva, m la massa del veicolo comprensivo del pilota e V la velocità di avanzamento

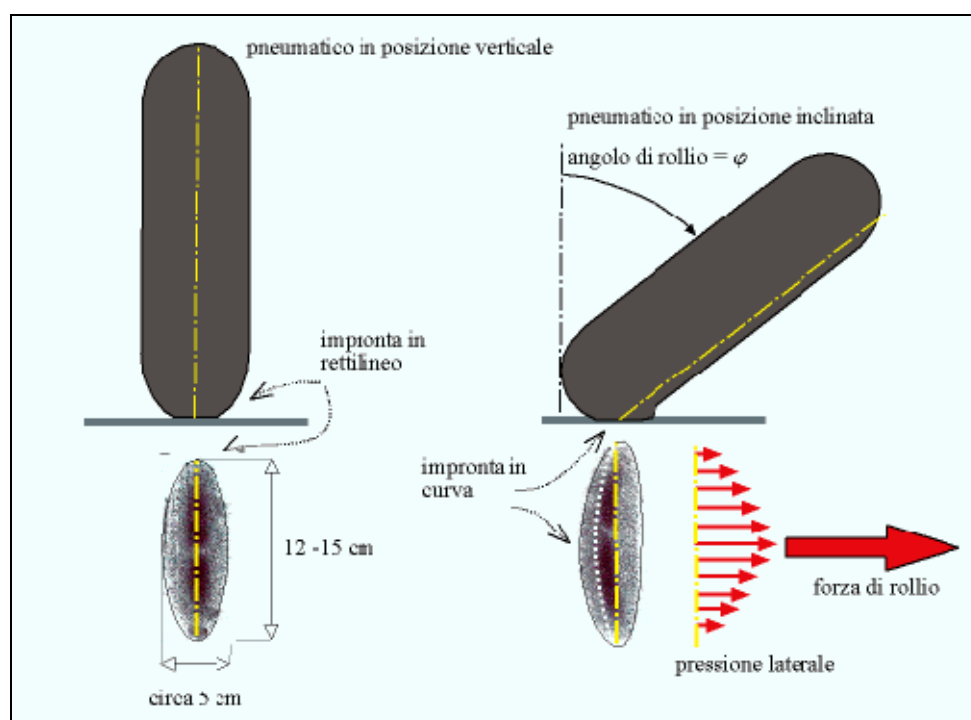



Figura 16: Impronta del pneumatico sul piano stradale rispettivamente in posizione verticale e inclinata

In relazione alla geometria della curva è noto che in corrispondenza di raggi piccoli il motociclista è costretto ad inclinare molto il mezzo per contrastare la forza centrifuga che lo porta verso l'esterno. Ciò spesso coincide con la creazione di una **traiettoria fittizia** talvolta non compatibile con le dimensioni della sezione trasversale, soprattutto quando l'assetto geometrico comprende **raccordi planimetrici mal progettati:** se il raggio di una curva non è costante, il motociclista deve modificare la traiettoria del veicolo per rimanere in corsia. Questa può essere una manovra rischiosa, poiché può provocare slittamenti delle ruote sulla pavimentazione se il cambio di direzione è troppo brusco. Il pericolo maggiore si verifica per curve cieche e con raggio decrescente: come mostrato in Figura 17, infatti, il motociclista può accorgersi troppo tardi del cambio di curvatura e non fare più in tempo a correggere la traiettoria, avendo affrontato la curva ad una velocità eccessiva.

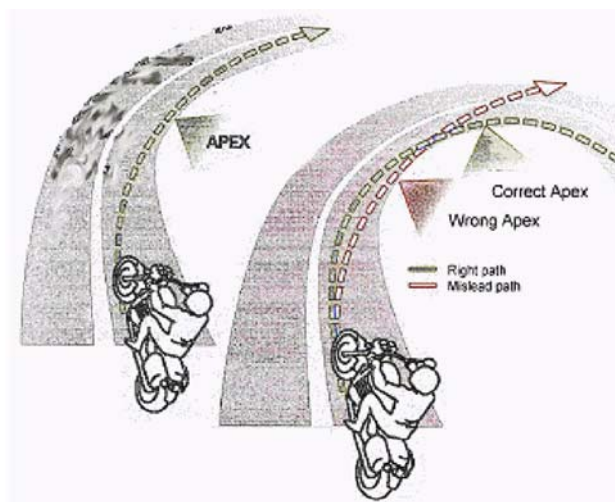



Figura 17: Il motociclista affronta la curva “standard” (a) impostando una traiettoria corretta e una velocità adeguata; nella curva “cieca”(b), se non si avvede del cambio di curvatura, adotterà la stessa traiettoria e velocità, che però lo porterebbero in questo caso fuori strada: una brusca manovra di correzione fatta all'ultimo momento potrebbe provocare una caduta

Quando il raggio della curva non è costante, si presenta un pericolo specifico, soprattutto quando il raggio è decrescente. Quando il raggio di curvatura non è costante e decresce durante la curva, il motociclista deve affrontare un

cambiamento di traiettoria e di velocità. Il motociclista riesce a vedere soltanto una piccola porzione della curva (si veda Figura 18) e potrebbe non essere in grado di adattare in tempo il suo comportamento di guida. Cambiare la propria traiettoria o la velocità nel mezzo di una svolta è una manovra pericolosa per un motociclista in piega. Un cambiamento improvviso della velocità può causare la perdita di aderenza tra i pneumatici e la superficie della carreggiata, provocando uno slittamento del Motociclista

Figura 18: Il raggio della curva non è costante, le curve hanno un raggio decrescente

Figura 19: Una curva non prevedibile rappresenta un pericolo per il motociclista

Figura 20: Lungo questa curva sono stati montati dei paletti per renderla più facilmente prevedibile

Un maggiore angolo di inclinazione è necessario quando il **raggio della curva** è minore (per es. una curva stretta) e la velocità è più elevata (per contrastare la forza centrifuga). La Figura 21 può essere usata per calcolare la necessaria curvatura e la lunghezza del raggio di rotazione costante alle diverse velocità.

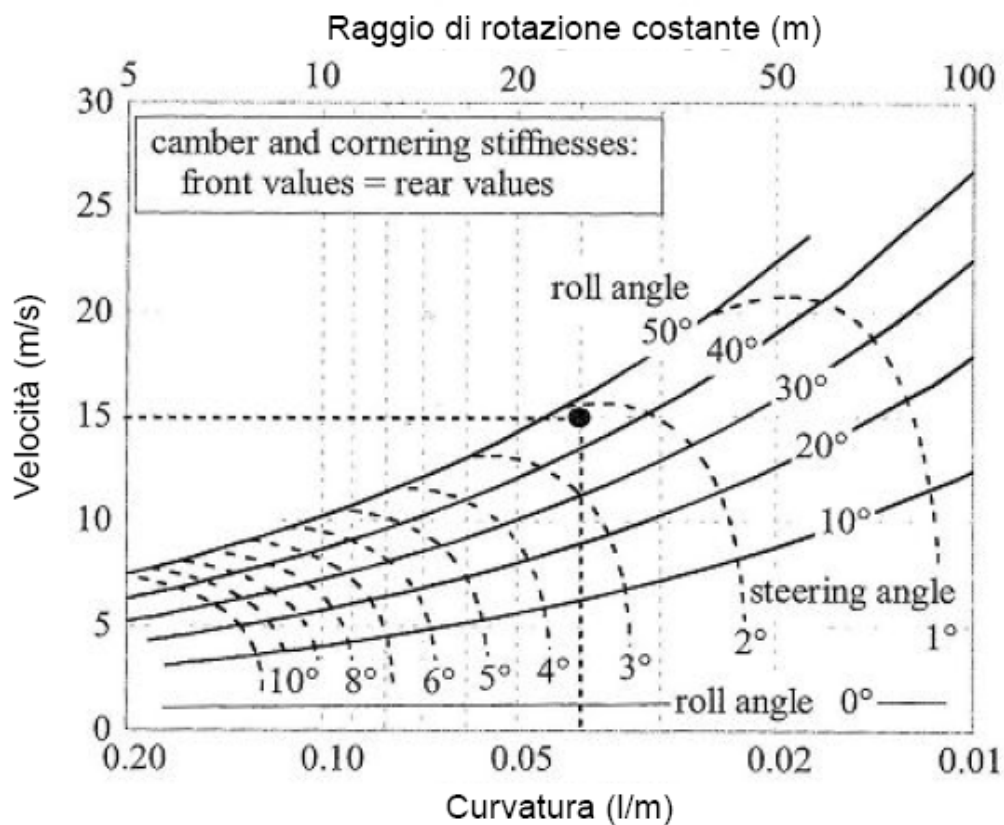



Figura 21: Angolo di inclinazione e di sterzata in funzione della velocità e della curvatura

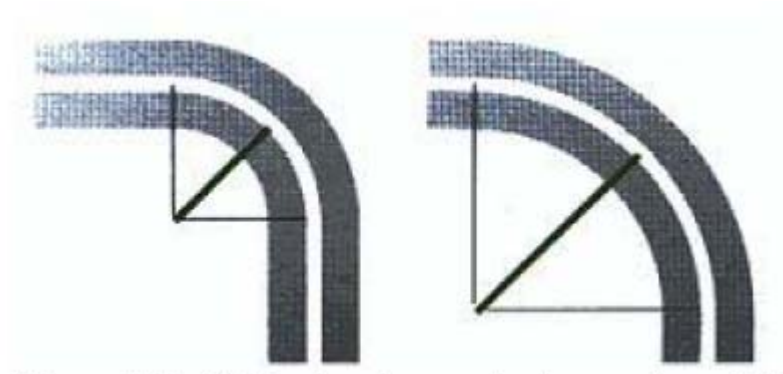



Figura 22: Un piccolo raggio di curvatura: 100 m e un raggio più ampio e sicuro: 200 m.

Le curve con **raggio molto piccolo** sono rischiose, perché possono essere affrontate a velocità troppo elevate se non sono opportunamente segnalate: uno studio francese[23], i cui risultati sono riportati nel Grafico 46, ha rilevato che la maggior parte delle cadute si verificano per raggi di curvatura minori di 250 metri o maggiori di 400 metri.

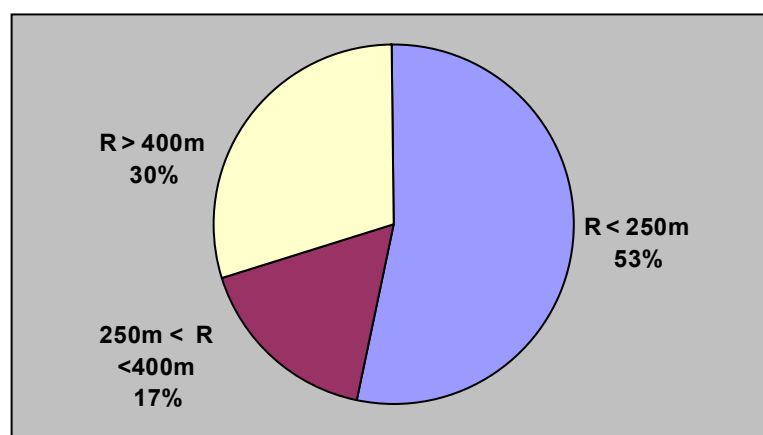
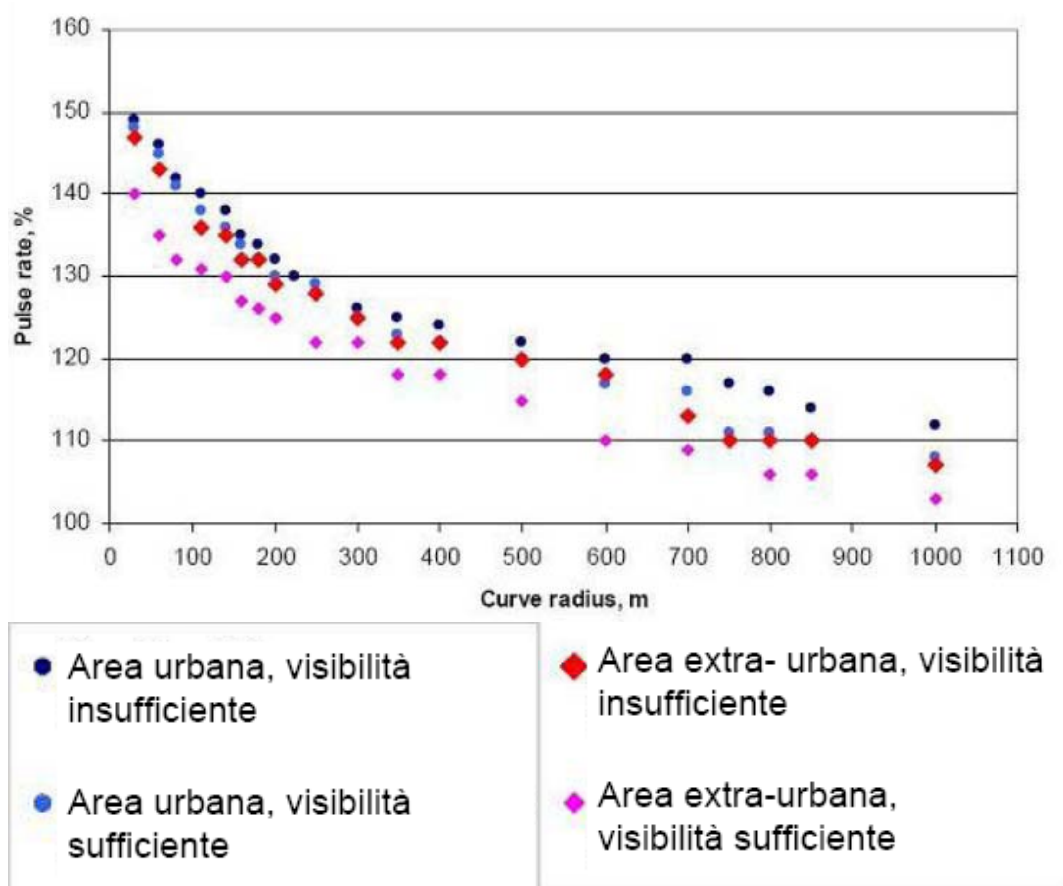
Grafico 46: ripartizione degli incidenti secondo il raggio di curvatura

[23] "Glissieres metalliques et securitè des motocyclistes", 1999, SETRA-CSTR

Grafico 47: Relazione tra il raggio della curva e la frequenza del battito cardiaco del motociclista

La situazione si aggrava quando l'aderenza della superficie stradale è ridotta da **condizioni meteorologiche sfavorevoli**, **residui di olio, sabbia o ghiaia**, e le possibilità di scivolare aumentano per **raggi di curvatura elevati** e velocità eccessive;

Coerentemente a quanto scritto precedentemente sulle caratteristiche del manto stradale, la **discontinuità dell'aderenza e della regolarità** da evitare sull'intera superficie stradale, sono ancor più determinanti nei tratti curvilinei che rappresentano i pericoli maggiori, poiché la stabilità dei motocicli è già compromessa da altri fattori. E' quindi necessario prestare la massima attenzione affinché nelle curve non vi siano tratti dotati di caratteristiche di aderenza e regolarità troppo differenti: in caso di rifacimento del manto stradale, ad esempio, sarebbe bene non iniziare o terminare i lavori in un tratto curvilineo.

Quando affronta una curva, segue una **traiettoria** diversa rispetto ai conducenti degli altri veicoli a motore, spostandosi lungo tutta la larghezza della corsia per ottenere la massima l'aderenza, riducendo al minimo la sterzata:

I motociclisti guardano verso un certo punto dell'orizzonte. Su una strada rettilinea questo punto si trova nella parte più lontana della carreggiata che il conducente è in grado di vedere, ed esattamente nel mezzo della strada. Su una strada rettilinea il **punto di navigazione** rimane stabile per lungo tempo. Perciò su strade rettilinee il motociclista può tenere sotto controllo un ampio tratto della carreggiata e adattare di conseguenza il suo comportamento. In curva il motociclista fissa gli occhi sulla linea della curva interna verso un punto dell'orizzonte (vedi Figura 23). A causa della curva e dei cambiamenti di posizione del veicolo in curva, il punto di navigazione cambia costantemente.

Per il motociclista è quindi più facile "ispezionare" una svolta a destra. Come spiegato sopra, gli occhi del conducente sono fissi sulla curva interna. Nelle curve a destra anche la traiettoria del veicolo rimane nella parte interna della curva. Perciò possibili pericoli, quali buche o altre irregolarità, rimangono all'interno del campo visivo del conducente. Anche nelle curve a sinistra gli occhi del conducente sono fissi sull'interno della curva . La traiettoria che segue, tuttavia, rimane nella curva esterna e quindi i potenziali pericoli non appaiono immediatamente nel campo visivo del conducente (Figura 24). Il motociclista deve spostare continuamente gli occhi dalla curva interna alla traiettoria che sta seguendo il veicolo.

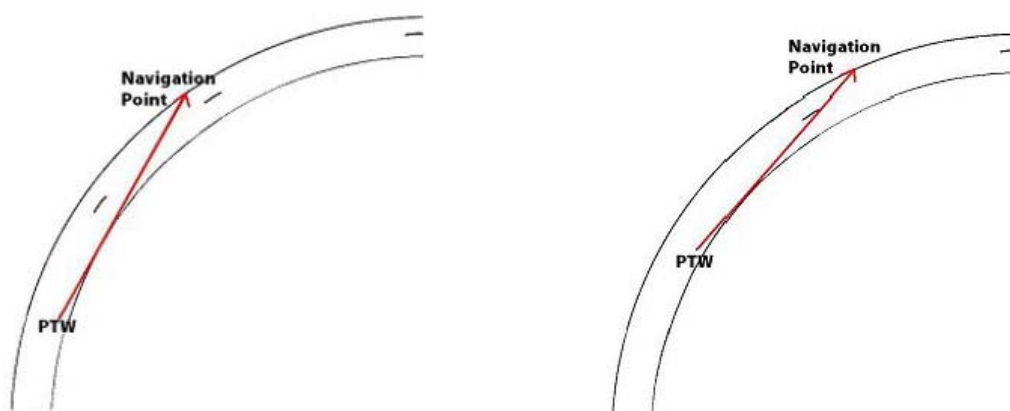



Figura 23: Il punto di navigazione cambia continuamente

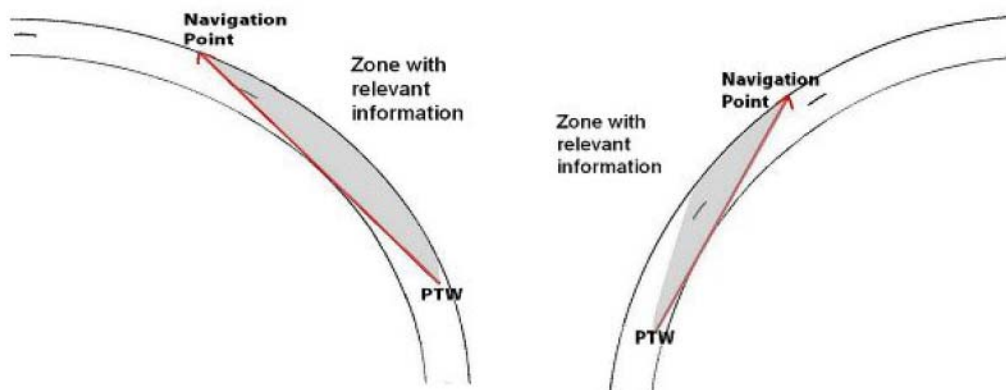



Figura 24: Per ricevere le corrette informazioni il motociclista, nelle curve a sinistra, deve muovere gli occhi più che nelle curve a destra

Gli **ostacoli presenti all'interno della curva**: vegetazione, cartellonistica stradale ed altri oggetti posti all'interno della curva possono ridurre la visibilità del motociclista (ma il discorso può essere esteso a tutti gli utenti della strada), che rischia così di non vedere come il tracciato prosegue davanti a lui. In questi casi, anche una curva di per sé non pericolosa lo diventerebbe. Una scorretta visibilità attraverso la curva può anche impedire al motociclista di accorgersi di eventuali ostacoli presenti sulla carreggiata in tempo utile per poterli evitare, come nel caso di un masso caduto dalle pareti o di un veicolo fermo per incidente.

Gli **ostacoli presenti all'esterno della curva**: sono molto pericolosi, poiché possono essere colpiti dal motociclista nel caso finisca fuori strada, eventualità che abbiamo visto essere altro che remota. Ci riferiamo anche alle barriere di sicurezza, il cui utilizzo andrebbe evitato proprio sul lato esterno delle curve.

Figura 25: le barriere di cemento poste all’esterno di questa curva sono molto pericolose, poiché impediscono la via di fuga ad un motociclista che, per una caduta dal veicolo, finisca fuori strada; anche il cartello stradale andrebbe piazzato in una posizione meno pericolosa

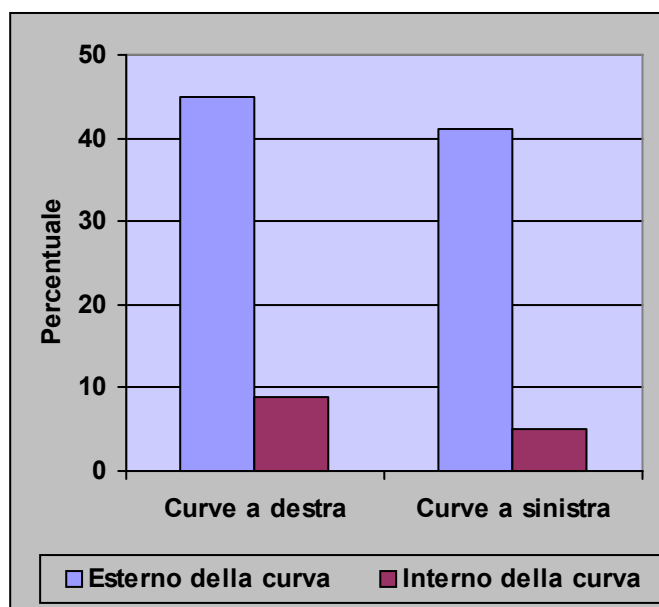
SOLUZIONI

Progettare strade dal **tracciato prevedibile**: le curve sono, insieme alle intersezioni, i tratti della strada più a rischio incidenti. Occorre quindi che i motociclisti, e gli altri utenti della strada, siano aiutati nella lettura del tracciato soprattutto in questi punti critici. E’ bene limitare per quanto possibile le curve cieche, le doppie curve, i cambi improvvisi di curvatura e i restringimenti della carreggiata. In questo modo si riduce la possibilità di errore da parte dei motociclisti, che possono vedere, intuire e prevedere come prosegue la strada, e la curva in particolare, e riescono quindi ad adeguare in modo opportuno l’approccio alla curva, in base al raggio di curvatura e all’aderenza della pavimentazione, e a scegliere la velocità corretta.

Garantire una **corretta aderenza e regolarità della pavimentazione nei tratti curvilinei**: se le caratteristiche di aderenza e regolarità della pavimentazione non devono subire brusche discontinuità lungo tutto il tracciato stradale, nelle curve occorre porre ancor più attenzione perché ciò non avvenga. Nel caso di lavori di manutenzione del manto stradale, quindi, è necessario assicurarsi che l’aderenza e la regolarità del tratto lavorato siano uniformi con quelle dei tratti adiacenti, e comunque non di livello inferiore.

Nei tratti più pericolosi (p.es.: curve di basso raggio, attraversamenti pedonali o approccio alle intersezioni) è opportuno valutare la possibilità di realizzare un manto stradale con valori di aderenza superiori alla media del tracciato: a questo scopo possono essere eseguiti dei trattamenti superficiali della pavimentazione oppure è possibile adottare, nel confezionamento del conglomerato bituminoso, una miscela di leganti e inerti modificata per fornire una aderenza maggiore.

Garantire **adeguate vie di fuga**: laddove possibile, occorre lasciare un ampio margine di spazio perché il corpo del motociclista, sbalzato dal mezzo, possa dissipare l'energia della caduta strisciando sul terreno, senza colpire ostacoli pericolosi.
Indagini[24] realizzate per studiare gli incidenti avvenuti in curva hanno indicato come sia necessario preoccuparsi più di ciò che si trova sul suo lato esterno che al suo interno. Si è visto infatti che, in caso di caduta, il corpo del motociclista, strisciando sull'asfalto secondo l'ultima direzione tenuta prima dell'incidente, tende a dirigersi verso la parte esterna, e questo indifferentemente per curve verso destra o verso sinistra, come mostrato nel grafico seguente:

Grafico 48:_Direzione dell'uscita di strada, secondo il senso della curva

[24] Ibidem. nota informativa "Glissieres metalliques et securitè des motocyclistes", 1999, SETRA-CSTR

Soprattutto sui bordi esterni delle curve, quindi, è opportuno tagliare alberi, rimuovere cartelli, sistemare il terreno in modo che non vi siano rocce sporgenti, ricoprire superficialmente eventuali canali di drenaggio, allontanare i guardrail dal bordo della strada. Naturalmente interventi simili andrebbero comunque realizzati, per sicurezza, anche all'interno delle curve.

Migliorare la visibilità eliminando la vegetazione e tutto ciò che impedisca la vista: tale accorgimento è utile soprattutto nella parte interna della curva, dove la visuale deve essere libera affinché il pilota possa percepire correttamente la prosecuzione del tracciato, ed individuare eventuali pericoli sulla carreggiata (ad es.: massi, animali o veicoli fermi per incidente). Anche all'interno, così come visto per l'esterno della curva, la pulizia del terreno è comunque opportuna anche perché, in caso di fuoriuscita dalla sede stradale, il motociclista non impatti rovinosamente su ostacoli inutili.

Disporre correttamente le barriere di sicurezza e i guardrail e solo se necessari: infatti, data la loro pericolosità in caso di impatto, questi dispositivi sono da evitare dove è possibile adottare soluzioni alternative, e che se le circostanze impongono il loro utilizzo, sono comunque da prendere tutti gli accorgimenti previsti per moderarne gli effetti negativi.

Inclinare leggermente la curva: è buona norma progettuale prevedere una leggera inclinazione dei tratti curvilinei dove si ritiene che la forza centrifuga possa essere maggiore. In questo modo la geometria trasversale del tracciato può aiutare la pavimentazione, che deve fornire l'aderenza necessaria perché le ruote del veicolo non slittino, come mostrato nella Figura 26

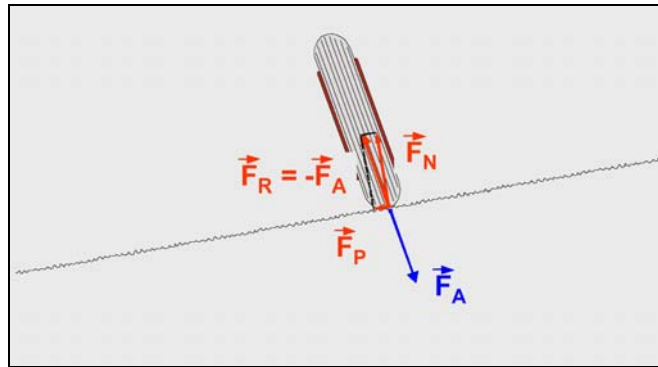



Figura 26: la pavimentazione risponde con una forza di reazione F_R uguale e contraria alla forza F_A trasmessa dal sistema veicolo-motociclista attraverso la ruota; se la curva è leggermente inclinata verso l'interno, la componente trasversale F_P, che deve essere fornita dall'aderenza, risulta essere inferiore a quella necessaria nel caso in cui la sezione della curva fosse completamente orizzontale.

Eliminare o smussare le pareti sporgenti all'interno della curva: vi sono casi in cui le pareti a fianco della sede stradale sporgono pericolosamente all'interno della carreggiata, creando evidentemente pericolo per i veicoli e i loro occupanti (precauzioni analoghe dovranno prendersi anche nei rettilinei…). In questi casi, è bene eliminare o smussare le parti di roccia più minacciose, e comunque segnalare correttamente il pericolo.

Collocare la Segnaletica in modo adeguato: le curve più pericolose andrebbero sempre segnalate, in modo da avvertire gli utenti della strada riguardo la situazione delicata che si troveranno ad affrontare lungo la strada. Le segnalazioni, però, devono essere poste in posizione tale da non arrecare pericolo a loro volta, devono essere lette in tempo utile perché il motociclista possa rallentare ed adeguare la propria condotta di guida, e naturalmente devono fornire informazioni corrette.

5.6.2 Intersezioni: incroci

Intersezioni stradali

In corrispondenza dei nodi stradali è necessario che i conducenti dei veicoli valutino contemporaneamente numerosi aspetti che riguardano il proprio veicolo e quelli che convergono nell'incrocio; alcune situazioni sono particolarmente

complesse, e richiedono ai conducenti di compiere scelte corrette in tempi molto ridotti: è il caso in cui, ad esempio, vengano coinvolte più correnti di traffico, magari anche pedonale, con numerose svolte a sinistra, nel quale possono verificarsi numerosi punti di conflitto[25]. Più che in altri tratti della strada, negli incroci vengono inoltre sollecitate maggiormente le capacità dei conducenti, la loro esperienza e la conoscenza delle norme che regolano il traffico, come ad esempio le convenzioni che regolano la precedenza.

Le statistiche mostrano che il maggior numero di incidenti che vedono coinvolti i ciclomotori avvengono in corrispondenza delle intersezioni della rete viaria: questi veicoli, di cilindrata minore rispetto alla maggior parte dei motocicli[26], vengono infatti prevalentemente utilizzati nelle aree urbane, dove gli incroci sono più numerosi. Si è visto, comunque, che le intersezioni sono un punto sensibile anche per quanto riguarda i motocicli di cilindrate maggiori e gli incidenti che coinvolgono questa categoria di utenti della strada hanno spesso conseguenze drammatiche; ci riferiamo soprattutto alle intersezioni "a T" presenti quando una strada secondaria interseca una strada primaria in aree poste al di fuori dei centri urbani, in corrispondenza delle quali i veicoli procedono a velocità elevate. Si osserva anche che, spesso, gli incidenti di questo tipo hanno conseguenze più gravi per i motociclisti che per i conducenti di altri mezzi di trasporto.

Fa riflettere il dato, mostrato da studi recenti, secondo il quale nella maggioranza dei casi l'incidente all'incrocio avviene principalmente perché un'autovettura non ha concesso la precedenza al motociclo: ciò pare dovuto, essenzialmente, alla scarsa visibilità del veicolo su due ruote e a casi di incroci di difficile interpretazione. E' da sottolineare il fatto che, nella maggioranza dei casi, il motociclista è in grado di vedere un veicolo che incrocia il suo percorso prima di poter essere a sua volta visto: questo trasmette al motociclista l'erronea convinzione di essere stato notato dal conducente dell'altro veicolo, facendolo così sentire libero di proseguire senza esitazioni. Quanto detto non esclude

---

[25] Nelle intersezioni a raso si usano individuare tre tipi di manovre che creano conflitto tra i veicoli: le diversioni, le immissioni e gli attraversamenti, considerati potenzialmente più pericolosi.

[26] Sulla distinzione che convenzionalmente viene fatta tra ciclomotori e motocicli, si veda il paragrafo sui veicoli a due ruote

comunque che al verificarsi dell'incidente e alla gravità delle sue conseguenze contribuisca in modo rilevante anche l'elevata velocità dei veicoli coinvolti.

PLOBLEMI

Scarsa visibilità del motociclo: a causa delle ridotte dimensioni, può succedere che la sagoma del motociclo non sia percepita correttamente dagli altri utenti della strada. E' il caso, ad esempio, nel quale la strada principale, in corrispondenza dell'intersezione con una strada secondaria, è affiancata da una corsia di decelerazione che corre parallelamente alla sua destra, come nell'esempio mostrato in Figura 27 un veicolo dalla sagoma grande che percorra la corsia di uscita dalla strada principale potrebbe coprire un motociclo che invece prosegua lungo la direzione principale, impedendone l'individuazione da parte di un veicolo che si immetta provenendo dalla strada secondaria; allo stesso modo il motociclista potrebbe non vedere il veicolo che si immette sul suo percorso, in tempo utile per poterlo evitare. Può anche succedere che il motociclo sia stato visto, ma non venga percepita in modo corretto la sua direzione o la sua velocità.

Figura 27: Se la corsia di uscita dalla strada principale fosse percorsa da un veicolo pesante, la sua sagoma potrebbe coprire quella molto più piccola di un motociclo, che non sarebbe quindi visto dal conducente di un veicolo che si immettesse dalla strada secondaria

La visibilità del motociclo è ulteriormente ridotta quando il fanale anteriore, per difetto del veicolo, produca un'illuminazione inadeguata; anche l'abbigliamento del motociclista può influire sulla sua visibilità: giacche scure rendono ancora più difficile la loro individuazione da parte degli altri utenti della strada, soprattutto

durante le ore notturne, e sarebbero quindi consigliabili colori più evidenti[27]. Spesso, però, la visibilità è compromessa perché in alcuni incroci l'illuminazione fornita nelle ore notturne dagli impianti preposti è insufficiente, e in tali casi la responsabilità di eventuali incidenti ricade anche su chi ha progettato l'incrocio.

Vegetazione, ostacoli e altri oggetti situati nei pressi dell'incrocio: così come nel caso dei tratti in curva, anche in prossimità degli incroci occorre prestare particolare attenzione a ciò che si trova ai bordi della strada. In corrispondenza degli incroci, infatti, aumenta il rischio che un motociclista, sbalzato dal veicolo a causa di un incidente, finisca fuori strada e subisca quindi gravi lesioni nell'impatto con gli ostacoli presenti.
Barriere e cartelli stradali troppo grandi o collocati in posizioni sfavorevoli, inoltre, possono coprire i veicoli che si avvicinano all'incrocio, in particolare i motocicli e i ciclomotori che possiedono una sagoma minore. Anche la vegetazione, se trascurata e lasciata crescere incolta nei pressi di un incrocio, può rappresentare un intralcio pericoloso nel campo visivo degli utenti della strada.

Cattivo stato della pavimentazione: in corrispondenza delle intersezioni, più che in altri tratti della strada, possono verificarsi brusche frenate ed accelerazioni, e la stabilità dei veicoli può essere compromessa. Difetti nella regolarità o cambi improvvisi nell'aderenza della pavimentazione, come ad esempio buche, dossi, asfalto scivoloso o giunti, possono dunque essere molto insidiosi in prossimità degli incroci, e provocare il blocco delle ruote dei motocicli, strisciate, cadute, o comunque la perdita del controllo del veicolo da parte del conducente.

SOLUZIONI

Favorire la visibilità dei motocicli: in corrispondenza dei nodi più pericolosi occorre prendere misure volte ad agevolare la riconoscibilità dei veicoli a due ruote da parte degli altri utenti della strada. E' necessario quindi prevedere un impianto di illuminazione che fornisca una visibilità adeguata anche nelle ore notturne, e spostare tutti gli ostacoli che impediscono ai conducenti di avere un

[27] In alcuni paesi si sta addirittura pensando di rendere obbligatorio l'utilizzo da parte dei motociclisti di giubbotti ad elevata visibilità dotati di elementi catarifrangenti.

campo visivo libero. Compito dei progettisti è anche prevedere “disegni” degli incroci tali da non creare ulteriori pericoli: le scelte da farsi dipendono, ovviamente, dal caso particolare; ad esempio, per evitare che un motociclo venga nascosto dalla sagoma di un altro veicolo di dimensioni maggiori, buona norma sarebbe quella di separare dove possibile la corsia di decelerazione da quelle principali, o eliminarla completamente se è modesto il flusso di traffico che svolta per lasciare la strada principale.

Aderenza adeguata: sottolineata precedentemente l’opportunità che la superficie stradale possieda adeguati valori di aderenza e regolarità, soprattutto in corrispondenza degli incroci è necessario monitorare frequentemente queste caratteristiche, ed intervenire tempestivamente in caso di difetti della pavimentazione. Come scritto quando si è trattato delle curve, altro tratto della strada molto rischioso per i motocicli e gli altri veicoli, è bene che anche in corrispondenza degli incroci non abbiano termine eventuali lavori di manutenzione della superficie stradale, in modo da evitare giunti o tratti contigui di pavimentazione dotati di caratteristiche diverse, che potrebbero insidiare ulteriormente la stabilità e l’equilibrio dei veicoli.

Evitare ostacoli ai bordi della strada: essendo le intersezioni stradali luoghi dove è maggiore il rischio di incidenti e cadute, è necessario spostare, o rimuovere se inutili, gli ostacoli posti ai bordi della strada, in modo da evitare impatti che potrebbero provocare gravi lesioni. Questo vale anche per gli incroci che si trovano nelle aree urbane, dove è più probabile che gli incidenti vedano coinvolti veicoli che procedono a velocità ridotte: tali incidenti, infatti, potrebbero avere conseguenze meno gravi se i corpi dei motociclisti avessero a disposizione uno spazio sufficiente per poter decelerare strisciando sull’asfalto senza urtare alcun ostacolo. La stessa vegetazione, oltre a ridurre il campo visivo, può in alcuni casi creare pericolo se collocata in posizioni inopportune che impediscono la via di fuga in caso di incidente, e va eventualmente rimossa.
Occorre inoltre intervenire per ridurre la minaccia rappresentata dai bordi dei marciapiedi, riducendone l’altezza e smussandone gli spigoli, in modo tale che se colpiti dal corpo del motociclista sbalzato dal veicolo non provochino lesioni aggravando le conseguenze dell’incidente.

Gli ostacoli posti all'interno della carreggiata, come ad esempio le isole di canalizzazione sopraelevate utilizzate per separare le correnti del traffico veicolare, vanno opportunamente segnalati, utilizzando elementi catarifrangenti o i pannelli di delineazione lineare Lds, per evitare che vengano colpiti: questo vale a maggior ragione in corrispondenza delle intersezioni stradali più complesse, dove i conducenti devono già interpretare in poco tempo numerose variabili.

Segnalare gli incroci più pericolosi: alcuni incroci sono evidentemente più pericolosi di altri; in certi casi, pur avendo individuato situazioni rischiose, non è possibile intervenire per rimuoverle, oppure le statistiche rivelano un tasso di incidentalità più alto che in altre intersezioni[28]. In questi casi è necessario segnalare la pericolosità dell'incrocio, avendo però cura di non creare ulteriore pericolo: se a tale scopo si utilizzano dei cartelli stradali, ad esempio, è bene collocarli su pali già esistenti, per limitare il numero di ostacoli che possono essere urtati in caso di incidente.

5.6.3 Rotatorie

I nodi più pericolosi della rete viaria possono essere trattati progettando delle intersezioni a raso di tipo rotatorio ("rotatorie"): tale soluzione, che prevede una sorta di anello in cui convergono più strade da direzioni diverse, si è diffusa sulla rete italiana soprattutto negli ultimi anni, in virtù di alcuni vantaggi manifestati rispetto ai tradizionali incroci dotati di impianto semaforico[29]. Innanzitutto le rotatorie eliminano la manovra dell'attraversamento tra veicoli, considerata la più pericolosa tra quelle possibili nei nodi stradali, e se affrontate correttamente obbligano i conducenti a moderare la velocità dei veicoli che raggiungono il nodo, riducendo così il numero degli incidenti e la gravità delle loro conseguenze;

[28] Occorre fare attenzione a non cadere nel "paradosso del semaforo": gli incroci più pericolosi vengono spesso dotati di impianto semaforico per regolare le correnti di traffico. Se progettato in modo corretto, dopo l'intervento le statistiche misureranno una netta diminuzione degli incidenti; questo però non significa che l'incrocio sia diventato più sicuro, e che quindi si possa fare a meno del semaforo!

[29] Non sono da trascurare, comunque, le perplessità mostrate da una parte degli addetti ai lavori riguardo un impiego ritenuto eccessivo delle rotatorie in tratti di strada dove non sarebbero necessarie: occorre tenere a mente che anche le rotatorie, infatti, rappresentano nodi di discontinuità nella rete viaria, e come tali rappresentano comunque un fattore di rischio se non affrontate con la necessaria prudenza da parte dei conducenti.

evitano inoltre il blocco delle correnti veicolari, che si verificherebbe con gli impianti semaforici, rendendo così più scorrevole il deflusso del traffico. Naturalmente, perché raggiungano questi scopi, è necessario che le rotatorie siano progettate in modo corretto, e disegnate in modo tale da essere percepite come tali dagli utenti della strada.
Le rotatorie possono essere viste come una via di mezzo tra gli incroci e le curve, ed assumono quindi alcuni aspetti positivi e negativi degli uni e delle altre.

Riconoscibilità della rotatoria: la rotatoria è un nodo di discontinuità lungo il tracciato della strada, e deve essere individuata dai conducenti in tempo utile perché possano adeguare velocità e direzione del veicolo in modo opportuno. Perché ciò avvenga, è bene che le strade non si inseriscano nella rotatoria mantenendo una direzione rettilinea, ma prima curvino leggermente nel senso della rotatoria stessa, come nel caso mostrato in Figura 28; un elevato angolo di approccio facilita anche l'immissione dei veicoli suggerendo il senso corretto dello scorrimento del traffico, così da evitare controsensi che potrebbero facilmente diventare fatali.

Figura 28 il tratto di strada mostrato immette in una rotatoria, ed è leggermente curvato in direzione del senso di marcia che il veicolo troverà nella rotatoria stessa, per facilitarne l'inserimento

Per facilitare il riconoscimento delle rotatorie lungo il tracciato stradale, è bene segnalarle tempestivamente collocando cartelli stradali ad hoc a distanza adeguata; nei casi più pericolosi si possono utilizzare dei faretti a luce intermittente per indicarne la presenza agli utenti della strada anche nelle ore notturne.

Sezioni di entrata e uscita: le sezioni di entrata ed uscita dalla rotatoria, eventualmente separate da isole di canalizzazione del traffico, possono essere dimensionate per migliorare il funzionamento della rotatoria stessa. La sezione di entrata può presentare un progressivo restringimento, in modo da persuadere i conducenti a ridurre la velocità, mentre la sezione di uscita dalla rotatoria andrebbe allargata per facilitare un deflusso più rapido dei veicoli che intendono lasciarla. Nel caso riportato in Figura 29, ad esempio, la strada mostrata possiede un approccio alla rotatoria certamente troppo largo:

Figura 29 la strada mostrata possiede una sezione di immissione in rotatoria troppo larga e rettilinea; i conducenti potrebbero individuarla troppo tardi ed entrarvi a velocità eccessiva.

Garantire buone caratteristiche della pavimentazione: come indicato per curve e intersezioni stradali, anche in corrispondenza delle rotatorie è bene che le caratteristiche di aderenza e regolarità della superficie stradale siano di livello elevato, e soprattutto non vi siano troppe discontinuità tra un tratto di asfalto e l'altro; è quindi buona norma che eventuali lavori di rifacimento della pavimentazione non terminino proprio in corrispondenza di una rotatoria, e comunque i suggerimenti forniti al riguardo nei paragrafi precedenti sono validi anche in questo caso.

Ridurre gli ostacoli in prossimità della rotatoria: le rotatorie vengono utilizzate in alcuni nodi della rete viaria per ridurre il numero degli incidenti e la loro gravità, ma rappresentano comunque un'area dove i veicoli, e i motocicli in

particolare, possono avere più problemi che lungo altri tratti della strada. Anche in rotatoria, come negli incroci, sono frequenti frenate ed accelerazioni brusche, e come in curva la stabilità dei veicoli a due ruote è meno sicura che nei tratti rettilinei: frequenti sono quindi le scivolate e le cadute dai motocicli, facilitate magari da difetti di aderenza o regolarità della pavimentazione. Perché una banale caduta dal veicolo non abbia conseguenze troppo gravi, è necessario ridurre il più possibile gli ostacoli presenti in prossimità della rotatoria, così come è stato consigliato per gli incroci e le curve. Ci riferiamo ai bordi delle strade di accesso alla rotatoria, ma anche ai lati esterni della rotatoria stessa, dove facilmente può finire il corpo di un motociclista sbalzato dal veicolo a causa di un incidente; particolarmente insidiosi sono i tratti di uscita dalle rotatorie, dove nei casi più rischiosi è bene predisporre degli attenuatori di impatto del tipo mostrato in Figura 30.

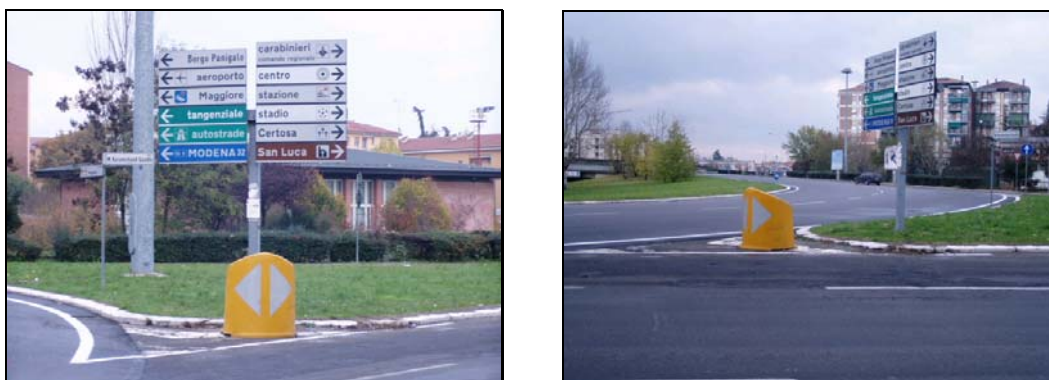



Figura 30: in corrispondenza del tratto di uscita da questa rotatoria, è stato posto un attenuatore di impatto per proteggere i veicoli da possibili impatti con il palo di sostegno della segnaletica stradale; il dispositivo potrà essere efficace solo per contenere veicoli che procedano a velocità ridotte, ma potrebbe essere sufficiente per proteggere il corpo di un motociclista che stia scivolando sull'asfalto

Buona norma è quella di lasciare libera da ostacoli anche l'isola centrale della rotatoria[30]: spesso lo spazio viene utilizzato per installazioni dell'impianto di illuminazione, ma molte volte nell'isola centrale vengono collocati sostegni di antenne per la telefonia o installazioni artistiche, come quelle mostrate in Figura 31, che potrebbero certamente essere evitate. Per lasciare libera la via di fuga ai

[30] Questo si rende necessario in particolare per le rotatorie di dimensioni ridotte, le quali devono inoltre essere sopraelevate rispetto al livello stradale mediante cordoli inclinati e non bordi rialzati: in caso di emergenza, ad esempio per evitare un veicolo che non abbia concesso la precedenza, deve essere infatti permesso ai veicoli di passare sopra l'isola centrale.

motociclisti caduti è consigliabile anche impiegare bordi non troppo alti per i marciapiedi e l'isola centrale, in modo che non rappresentino un pericolo eccessivo in caso di impatto.

Figura 31: le installazioni artistiche presenti all'interno dell'isola centrale di queste rotatorie possono diventare molto pericolose nel caso in cui un motociclista perda il controllo del suo veicolo.

La presenza di ostacoli collocati in posizioni sfavorevoli deve essere evitata anche perché non riducano la visuale ai conducenti, che invece devono avere campo visivo libero per poter individuare gli altri veicoli presenti in rotatoria o nelle sue prossimità: questa misura è finalizzata soprattutto a facilitare la puntuale riconoscibilità dei veicoli con la sagoma più piccola, cioè i motocicli e i ciclomotori.

5.7 I BORDI DELLA STRADA

5.7.1 Marciapiedi, cordoli rialzati e corsie preferenziali

Il marciapiede è un elemento caratteristico della strada soprattutto nell'ambito delle aree urbane; la sua funzione principale è quella di separare, anche fisicamente, il traffico veicolare da quello pedonale, e a volte anche ciclistico. In genere è sopraelevato rispetto alla sede carrabile ed è dotato di un bordo molto duro e spigoloso. Anche le isole di canalizzazione, poste in carreggiata per separare e indirizzare il traffico veicolare, sono sopraelevate e in genere delimitate da un bordo rialzato e spigoloso: elementi simili sono utilizzati anche per garantire una zona franca agli attraversamenti pedonali, per isolare dal resto della carreggiata una corsia dedicata a mezzi di trasporto particolari[31], o per delimitare delle aree da destinare a piantumazioni arboree nella mezzeria di grandi viali. Altri elementi sopraelevati sono i cordoli utilizzati per separare una corsia dalle altre e poter così isolare delle corsie preferenziali destinate, ad esempio, ad autobus o altri mezzi pubblici: in realtà si sta ormai diffondendo tra gli addetti ai lavori la convinzione che i cordoli siano troppo rischiosi per la stabilità di motocicli e ciclomotori, e il loro utilizzo sta diminuendo sensibilmente, sebbene ne rimangano comunque molti sulle strade, come quello mostrato nella Figura 32

Figura 32: Cordolo utilizzato per isolare una corsia preferenziale destinata ai veicoli pubblici

[31] Ad esempio sistemi di trasporto collettivi quali tram o metro leggere.

PROBLEMI

Pericoli in caso di impatto: urtare contro gli spigoli degli zoccoli dei marciapiedi e di altri elementi sopraelevati può rappresentare un serio pericolo per i motociclisti, sia perché possono essere causa di cadute, sia perché, una volta che l'incidente sia già avvenuto, possono essere colpiti dal corpo del motociclista sbalzato dal mezzo: a seconda dei casi essi possono quindi svolgere il ruolo di elementi di (in-) sicurezza attiva e passiva.

Questo è vero soprattutto nelle aree urbane, dove molti incidenti avvengono a velocità ridotta e non avrebbero quindi conseguenze molto gravi se il corpo del motociclista, o più frequentemente del ciclomotorista, potesse scivolare sulla pavimentazione stradale per quei pochi metri necessari a dissipare l'energia cinetica posseduta dopo essere stato sbalzato dal mezzo: la presenza di elementi sopraelevati dotati di bordi spigolosi riduce sensibilmente lo spazio disponibile per la decelerazione del corpo, e aggrava le conseguenze di incidenti che potrebbero essere lievi.

Figura 33: un motociclista che malauguratamente dovesse finire fuori strada, a causa di una caduta in corrispondenza di questo tratto, avrebbe ben poche possibilità di subire danni lievi, dovendo evitare contemporaneamente il palo di sostegno del cartello stradale, il pezzo di cemento lasciato in terra per incuria e le estremità spigolose dei margini rialzati, almeno uno dei quali può essere eliminato

Anche in aree extraurbane è comunque possibile individuare casi di "zoccoli" pericolosi che potrebbero essere facilmente sostituiti con altri elementi meno aggressivi, o addirittura tolti perché inutili, come nell'esempio di Figura 34.

Figura 34: gli elementi posti in rilievo ai bordi di questa strada potrebbero essere sostituiti da altri meno pericolosi (il canale laterale, ad esempio, potrebbe essere protetto mediante una grata posta in sommità) o completamente eliminati perché dannosi (la struttura in cemento posta sul lato destro riduce lo spazio per la decelerazione del corpo di un motociclista in caso di caduta).

Posizionamenti sconvenienti: è frequente, soprattutto sulle strade urbane, vedere elementi sopraelevati e dai bordi rialzati posti in posizioni particolarmente rischiose, o dotati di forma e disegno non immediatamente percepibili da parte degli utenti della strada; il pericolo deve essere immaginato anche qualora le condizioni di visibilità siano scarse. Casi emblematici sono le piccole isole rialzate realizzate all'interno della carreggiata per consentire l'installazione di pali della luce o di segnali stradali, ma situazioni rischiose sono frequenti anche nelle strade particolarmente tortuose, nelle quali siano numerose le svolte improvvise e dalla traiettoria imprevedibile, come nel caso riportato in Figura 35, o in molti incroci dei centri cittadini. I cambiamenti bruschi della geometria viaria sono una causa frequente d'incidente, in particolare la notte, perché la visibilità ridotta impedisce al conducente di vedere correttamente questi tracciati più "complessi".

Figura 35: il tracciato della strada devia in modo deciso ed improvviso, e l'area destinata a verde, delimitata da un bordo rialzato, si insinua pericolosamente nella traiettoria dei veicoli; la corretta lettura della situazione è agevole con la luce del giorno, ma di notte possono presentarsi dei problemi se l'illuminazione non è adeguata

Si vuole sottolineare come il livello di pericolosità di un tratto di strada deve essere valutato tenendo conto di tutti i veicoli che lo percorrono, compresi motocicli e ciclomotori: per fare un'analisi corretta è dunque necessario immaginare come il tratto in esame viene percepito e affrontato da tutte le categorie di utenti della strada. Se la situazione rischiosa è rimediabile, è necessario intervenire per modificarla in modo da ridurre il pericolo provocato; se invece è inevitabile, è necessario segnalarla in modo opportuno.

Percezione compromessa in condizioni di visibilità ridotta: in fase di progettazione del tracciato e dei particolari costruttivi occorre sempre tenere a mente che le strade verranno percorse da categorie di veicoli diverse, e in condizioni di visibilità che a volte sarà ridotta, ad esempio per condizioni meteorologiche sfavorevoli o se, durante le ore notturne, l'illuminazione non è sufficiente. La categoria di utenti di cui tenere conto nella valutazione di questo rischio deve essere principalmente proprio quella dei motociclisti e dei ciclomotoristi: per proteggersi dagli elementi atmosferici, infatti, essi possono fare affidamento solo sulle visiere dei caschi e, per quanto riguarda i ciclomotoristi, sui parabrezza. Per quanto possano migliorare le tecniche utilizzate per produrre questi componenti, essi non raggiungeranno mai il livello di pulizia garantito dai tergicristallo delle auto e dei veicoli pesanti; anzi, chi abbia guidato un motociclo in condizioni di pioggia sa bene che le gocce che si depositano sulla visiera amplificano in maniera notevole, durante le ore notturne, l'effetto dell'abbagliamento provocato dai fari dei veicoli procedenti in senso opposto, pregiudicando ulteriormente la visibilità della strada. Per quanto la condotta di guida possa essere prudente e attenta, gli elementi di discontinuità piazzati in modo imprevedibile in posizioni anomale sulla carreggiata, possono così risultare molto pericolosi perché visti troppo tardi dal motociclista.

SOLUZIONI

Evitare l'utilizzo di bordi rialzati se non necessari: è facile accorgersi della presenza sulle strade di numerosi bordi privi di utilità, come quello riportato in Figura 36; alle volte la loro presenza è giustificabile solo nel senso di vincolare le ruote delle auto per reindirizzare in carreggiata un veicolo che abbia sbandato,

evitando la sua uscita dalla sede stradale: è evidente, comunque, che tale obbiettivo può essere raggiunto solo in casi di velocità estremamente ridotte; inoltre, se lungo un tratto di strada è prioritario il mantenimento in carreggiata dei veicoli, altri sono i sistemi da adottare, come le barriere di sicurezza.

Figura 36: lo “zoccolo” in cemento posto sul bordo sinistro di questa strada rappresenta solo un pericolo; se fosse eliminato, il corpo di un motociclista sbalzato dal veicolo per una caduta potrebbe esaurire la sua corsa lungo il pendio erboso a lato della strada, probabilmente senza subire gravi danni

In ogni caso, prima di decidere l’impiego di un elemento dalle estremità rialzate rispetto alla sede stradale, è bene considerare quanto questo possa essere pericoloso per i motociclisti e i ciclomotoristi, e prendere eventualmente delle misure che ne riducano il rischio: si può optare, ad esempio, per un infossamento delle estremità nella pavimentazione, o utilizzare elementi dal profilo inclinato anziché delimitati da bordi spigolosi.

Ridurre l’altezza dei bordi dove possibile: l’altezza dei bordi dei marciapiedi può essere in molti casi ridotta, senza che per questo ne venga compromessa la funzione di separare il flusso pedonale da quello veicolare; tale modifica li renderebbe invece meno pericolosi per i motociclisti in caso di urto. In alcuni casi la differenziazione delle diverse parti della strada può essere enfatizzata utilizzando materiali di tipologia, colore e disposizione diversi da quelli della sede carrabile, evitando del tutto l’utilizzo di margini rialzati.

Figura 37: non è necessario che il margine del marciapiede sia troppo alto (destra) perché risulti evidente la separazione tra il traffico veicolare e la zona destinata ai pedoni, è sufficiente un bordo più basso e smussato (sinistra), ma meno pericoloso.

Utilizzare bordi dal profilo meno spigoloso: soprattutto sulle strade di nuova costruzione, ma anche in sostituzione delle estremità di marciapiedi già esistenti, si possono utilizzare margini dai profili più smussati, come quelli mostrati nelle Figura 38; dato il costo maggiore di elementi provvisti di tale accorgimento, si può almeno prevedere il loro utilizzo in quei tratti di strada dove risulti più alta la probabilità di cadute o incidenti che vedano coinvolti i ciclomotori, quali le curve, le rotatorie e gli incroci più delicati.

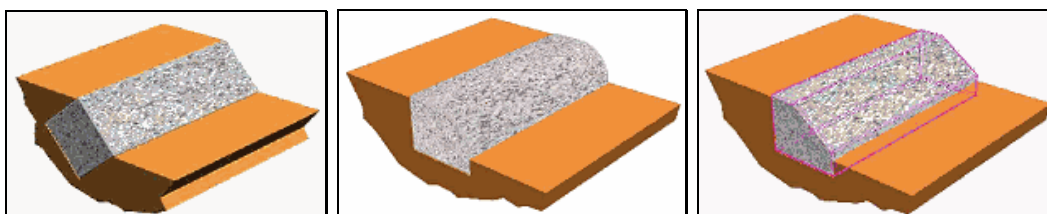



Figura 38: esempi di margini dai profili meno aggressivi

Figura 39 risulta evidente a prima vista come, in caso di impatto, un marciapiede dal profilo smussato sia preferibile rispetto ad uno a spigoli vivi.

Segnalare correttamente le situazioni pericolose: situazioni singolari come quelle descritte precedentemente, nelle quali i bordi rialzati si trovino in posizioni particolarmente pericolose, se non modificabili per renderle più sicure andrebbero almeno segnalate tempestivamente, piazzando a distanza adeguata dei cartelli stradali che avvertano del pericolo. Se, consapevoli del rischio rappresentato dai pali di sostegno, si vuole ridurre il numero di cartelli stradali, si può optare per una segnalazione mediante l'aggiunta di elementi catarifrangenti, preferibili anche perché più visibili nelle ore notturne; si possono utilizzare i sistemi di delineazione lineare Lds: si tratta di pannelli retroriflettenti ad altissima resa fotometrica, che sfruttano la tecnologia dei microprismi, e possono essere installati anche per evidenziare altri ostacoli, come mostrato nella Figura 40.

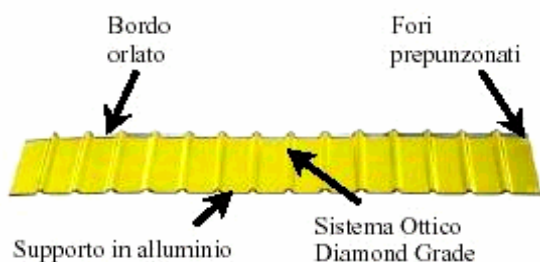



Figura 40: "3M Lds", sistema di delineazione lineare; riuscire a percepire in anticipo la presenza di ostacoli sul proprio tragitto, o la svolta esatta di una curva, o l'angolo di ingresso di una bretella autostradale consente di avere il tempo per reagire, adattando la propria velocità e andatura per evitare di uscire di strada.

Evitare passaggi pedonali sopraelevati e dossi artificiali: accenniamo per ultimo alla problematica rappresentata dai passaggi pedonali sopraelevati e dai dossi artificiali, poiché diverse sono le scuole di pensiero in merito. Se affrontati a velocità eccessive, questi dispositivi provocano al veicolo, e agli occupanti, violente accelerazioni verticali: sono inseriti quindi in quei tratti di strada nei quali si ritiene fondamentale il rispetto dei limiti di velocità, in modo da indurre i conducenti a rallentare. Numerose sono però le obiezioni riguardo il loro utilizzo, tanto che, ad esempio, dal giugno 1999 in Francia è vietato introdurre i passaggi pedonali sopraelevati e i dossi fuori norma sulle strade di nuova costruzione, e sulle strade dove già sono presenti va rispettata una rigorosa regolamentazione riguardo la loro segnalazione e l'organizzazione della zona di approccio. Tra i motivi[32] che hanno fatto prendere una simile decisione viene chiamata in causa anche la sicurezza dei veicoli motorizzati a due ruote: se infatti delle brusche

[32] Riguardo la presunta inutilità dei dossi si può fare riferimento a Pau M. (2000), *Do speed bumps really decrease traffic speed? An Italian experience*, e Pau M. (2002), *Speed Bumps May Induce Improper Drivers' Behavior: Case Study in Italy*. Entrambi gli articoli sono stati pubblicati sulla rivista specializzata "Accident Analysis and Prevention".

accelerazioni verticali possono provocare al massimo dei danni materiali alle automobili o ai veicoli pesanti, potrebbero invece far perdere completamente il controllo ad un motociclista, che nell'incidente potrebbe subire conseguenze di una gravità sproporzionata all'infrazione commessa[33]. Se consideriamo poi anche la scivolosità della superficie degli attraversamenti pedonali, vediamo come la situazione possa facilmente divenire critica; per tentare di ovviare a questo inconveniente sono disponibili sul mercato dei passaggi pedonali rialzati costituiti da elementi modulari rimovibili, come quelli mostrati nella Figura 41: per aumentare la sicurezza dei veicoli che vi passano sopra, soprattutto di quelli a due ruote, sono dotati di cuspidi in rilievo sul rallentatore, garantire un'adeguata aderenza, e gli inserti bianchi sono in laminato elastoplastico ad elevata rifrangenza e antiscivolosità.

Figura 41 passaggio pedonale rialzato, dotato di accorgimenti a tutela dei veicoli a due ruote

Come si vede, vi sono tesi discordanti sull'efficacia e sulla sicurezza dei passaggi sopraelevati e dei dossi artificiali, quindi prima di adottarli si consiglia un'attenta analisi che tenga conto anche delle esigenze di motocicli e ciclomotori.

5.7.2 Sistemi di Ritenuta – guard rail e new yersey

Si è più volte sottolineato che i guardrail sono una delle principali cause che rendono gravi le conseguenze degli incidenti nei quali rimangono coinvolti i motociclisti; si tratta inoltre degli elementi della strada per i quali maggiori sono

---

[33] Alcuni dossi sono dotati di discontinuità nel tentativo di ovviare a questo problema, ma la soluzione è ritenuta inefficace da buona parte degli addetti ai lavori.

le discordanze tra le esigenze di sicurezza che riguardano i motociclisti e quelle previste per gli automobilisti. Esaminiamo quindi per prime le problematiche legate a questo elemento della strada, dandone una breve descrizione, esplicitando poi quelli che ci sembrano gli aspetti più critici, e proponendo infine degli interventi e delle indicazioni che ne riducano gli effetti negativi.

I guardrail, o barriere di sicurezza metalliche, svolgono una funzione di sicurezza passiva: sono quindi destinati a limitare i danni agli autisti e agli altri utenti della strada quando è avvenuto un incidente e la vettura fuori controllo procede in direzioni imprevedibili. Il loro scopo è quello di evitare che il veicolo, con i suoi occupanti, si schianti contro ciò che si trova al di là della barriera (funzione di contenimento), e proteggere a sua volta dall'investimento persone o cose che si trovino al di fuori della carreggiata , o evitare che il veicolo finisca in zone pericolose, quali dirupi o specchi d'acqua (le barriere devono dunque essere invalicabili). Essi assorbono l'energia cinetica posseduta dal veicolo collidente e sono classificati dalla normativa italiana in sei classi di efficacia, in base al Livello di contenimento[34]. Devono inoltre garantire un rientro graduale del veicolo in carreggiata, con un angolo tale da non arrecare danno agli altri veicoli, contenendo le accelerazioni subite dagli occupanti e deformandosi abbastanza da non rappresentare essi stessi una sorta di muro rigido contro cui si schianti il veicolo. Sono in genere posti, quindi, ai lati della strada (barriere per i bordi laterali, anche su opere d'arte quali i ponti) e in mezzeria (barriere spartitraffico, per evitare pericolosissimi salti di corsia).

I guardrail metallici tradizionali, in genere prodotti in acciaio Fe 360 o Fe 430, sono composti da una serie di elementi collegati fra loro; di questi, quelli che maggiormente creano preoccupazione per i motociclisti sono i montanti e i nastri:

---

[34] Per Livello di contenimento L_c si intende, in effetti, l'energia cinetica massima posseduta dal mezzo al momento dell'impatto, calcolata considerando la componente della velocità ortogonale, che sia sopportabile dalle barriere. La normativa italiana cui si fa riferimento è il Decreto Ministeriale n° 223 del 18/02/1992 e successive modifiche, che definisce anche l'indice Asi (Acceleration severity index – Indice di severità dell'accelerazione), basato sul livello delle accelerazioni subite dagli occupanti del veicolo. A livello europeo, invece, la normativa di riferimento è il documento EN 13-71 (parti 1 e 2), emanato nel marzo 1995: in essa le barriere di contenimento vengono classificate considerando l'indice Asi, l'indice Thiv (Theoretical head impact velocity), che esprime la velocità di impatto teorica tra l'occupante del veicolo e la struttura interna del veicolo stesso, e l'indice Phd (Post-impact head deceleration), basato sui valori massimi delle decelerazioni subite dall'occupante dopo l'impatto.

- montanti: sono i sostegni verticali che sorreggono gli altri elementi della barriera e la fanno aderire al terreno; sono costituiti in genere da un profilato metallico ad I (IPE 100), sono deformabili e funzionano quindi da dissipatori di energia, sebbene questa venga prevalentemente assorbita dal terreno e dai nastri e dissipata nell'attrito barriera/veicolo. Il loro numero dipende dall'energia cinetica che si prevede la barriera debba assorbire: calcoli fatti seguendo le indicazioni della normativa porterebbero ad una interdistanza di circa 1,5 metri uno dall'altro, ma evidenze sperimentali mostrano come tale prescrizione sovradimensioni la capacità dissipativa delle barriere, sicché in genere vengono utilizzati montanti con interdistanze molto inferiori.
- nastri: sono lamiere sagomate a più onde (tradizionalmente a singola o doppia onda, a tripla onda quando si prevedono urti più gravosi) che collegano i montanti, resistono all'impatto e si deformano in modo tale da avvolgere il veicolo e accompagnarlo durante l'urto. Sono dotati di distanziatore, perché possano risalire durante l'urto evitando lo scavalcamento del veicolo, e di dissipatore di energia.

In via teorica sarebbe possibile intervenire su tutti i guardrail presenti sulla rete stradale, in modo tale da renderli meno pericolosi per i motociclisti: naturalmente questo non è realizzabile dal punto di vista economico. Se però è vero che un incidente può avvenire ovunque, è altrettanto vero che esistono zone più pericolose di altre, e proprio da queste si può iniziare ad intervenire. L'individuazione di tali zone non è univoca e dipende da numerose variabili, tuttavia già si sono indicati come punti critici le curve, in particolare quelle a raggio minore, e gli incroci.

PROBLEMI

Mancata attenzione per i motocicli da parte delle normative: nella procedura di omologazione dei guardrail, tanto la normativa italiana quanto quella europea non contemplano alcuna verifica che coinvolga i motocicli: la già citata norma europea EN 13-71 prescrive il superamento di 5 test per le auto e 9 per i camion, ma nessuno per i motocicli. Anche gli studi e i test che analizzano i guardrail, quali ad esempio i crash test, sono generalmente finalizzati alla loro maggiore

efficacia negli impatti con veicoli di grosse dimensioni, tipo automobili o camion, e solo raramente i motocicli vengono contemplati.

Pericoli causati da montanti e nastri inadeguati: i profili dei nastri e di altre parti sporgenti del guardrail sono spesso taglienti, e se un motociclista sbalzato dalla moto a causa di un incidente vi cade sopra, rischia di rimanere seriamente ferito.

Inoltre nei guardrail tradizionali, pensati per auto e veicoli pesanti, la parte inferiore del nastro è spesso troppo elevata, e non sono rari i casi di motociclisti che, scivolando sulla sede stradale, siano passati con il corpo sotto i guardrail, finendo contro gli ostacoli da cui dovevano essere protetti (vedi Figura 42), o addirittura nella corsia opposta quando i guardrail sono posti in mezzeria. Purtroppo sono numerosi anche i casi di amputazioni degli arti, verificatisi proprio nel passaggio del corpo del motociclista sotto il nastro, nell'urto con il bordo inferiore tagliente.

Figura 42 - nei casi mostrati, un corpo che scivoli sull'asfalto rischierebbe di superare il guardrail, passando sotto il nastro singolo posto troppo in alto.

Il pericolo maggiore è però rappresentato dai montanti: i nastri sono posti il più delle volte in posizione troppo elevata e quindi non proteggono il corpo del motociclista dall'impatto con i montanti scoperti, che così divengono essi stessi degli ostacoli, come mostrato nella Figura 43, Figura 44 e Figura 45, la forza dell'impatto viene pertanto dissipata in punti singolari, e questo meccanismo provoca seri infortuni e menomazioni. Spesso i montanti sono molto ravvicinati, per poter assorbire maggiori quantità di energia, e risulta quindi improbabile che il corpo riesca ad evitarli. Inoltre i montanti sono spesso profilati in acciaio ad I e i

bordi spigolosi e taglienti possono causare delle amputazioni. La minaccia rappresentata dai montanti vale sia per la loro parte inferiore che per quella superiore: spesso infatti sporgono inutilmente in modo eccessivo dalla sommità del guardrail, aumentando così la gravità delle lesioni.

Figura 43 : se in posizione troppo elevata, i nastri lasciano scoperti i montanti, che diventano così pericolosissimi in caso di impatto con un motociclista; si noti anche che oltre il guardrail si trova un campo aperto, e dunque la barriera non pare necessaria.

Figura 44: in questo guardrail, oltre che dai montanti con i bordi taglienti, il pericolo è rappresentato anche dal bordo inferiore in cemento, la cui funzione pare essere solo da base di attacco per i montanti.

Figura 45: l'elemento posto all'estremità di questo guardrail per coprirne il bordo, possiede a sua volta dei bordi affilati, pericolosissimi in caso di impatto col corpo di un motociclista

- pericolo di rimbalzare sulla barriera: l'energia sviluppata nell'urto da una moto contro un guardrail è molto inferiore a quella sviluppata da un'auto, o addirittura da un veicolo pesante, che può raggiungere una massa di 40 tonnellate: se, per evitare impatti con gli altri veicoli, i guardrail sono tarati in modo tale da non rilanciare i veicoli pesanti all'interno della corsia, accompagnandone invece un rientro il più graduale possibile, evidentemente non potranno garantire lo stesso servizio per i motociclisti ed i loro mezzi, che in caso di impatto rimbalzano sulle barriere e corrono il rischio di essere investiti dai veicoli che seguono.

- impedimento ad uscire dalla carreggiata: in situazioni di emergenza per un veicolo potrebbe essere utile poter uscire dalla sede stradale, magari per evitare un gruppo di veicoli bloccati per un incidente, o per scansare un masso caduto sulla carreggiata e del quale il conducente si sia accorto solo all'ultimo momento. La presenza del guardrail può impedire una necessaria manovra diversiva e, come se fosse un binario, guidare il veicolo contro il pericolo.

- barriera a funi metalliche: diffusa soprattutto nel nord Europa e nei paesi scandinavi, questo tipo di barriera, mostrato nella Figura 46 e Figura 47, deve il suo successo al costo minore rispetto alle normali barriere di sicurezza, ed è stata perciò installata ai bordi e nella mezzeria di numerose strade. Tuttavia in alcuni paesi, come il Belgio e la Danimarca, si ritiene che non sia abbastanza sicura, e si preferisce non utilizzarla o rimuoverla laddove sia già stata montata.
Dai motociclisti è considerata il sistema di trattenuta più pericoloso, in quanto i montanti sono esposti e troppo ravvicinati, così da rendere sicuro l'impatto col corpo di un motociclista che scivoli sulla pavimentazione stradale dopo un incidente; anche l'impatto con le funi della barriera può diventare rovinoso, e per questo l'effetto della barriera viene assimilato a quello di un "coltello che tagli il burro".

Figura 46: "barriera a funi metalliche"; nel tratto mostrato in foto, una delle funi è fuori posto in seguito a un incidente, e al tardivo intervento di manutenzione.

Figura 47: in questa barriera a funi metalliche, le estremità superiori dei montanti sono riparate da coperture in plastica; i montanti rappresentano comunque un pericolo per il motociclista, perché sono scoperti, così come le funi della barriera

- scarsa manutenzione: quando un guardrail viene coinvolto in un episodio incidentale, si deforma e perde efficacia, ed è necessario un tempestivo intervento manutentivo per ripristinarne le condizioni[35]. Una tardiva manutenzione o sostituzione rappresentano un grave pericolo in caso di impatti successivi, e un aggravamento delle lesioni a causa degli elementi deformati che sporgono in modo irregolare:

Figura 48: interventi tardivi su guardrail lesionati possono creare gravi pericoli in caso di incidenti successivi (nell'adesivo, applicato da aderenti al Coordinamento Motociclisti, è scritto: "guardrail pericoloso; può ferire-mutilare-uccidere un motociclista")

SOLUZIONI

- valutare soluzioni alternative ai guardrail: i guardrail vanno posti solo in quei tratti della strada dove sono veramente necessari. Capita invece di vederne dove sono inutili: quando ai lati della strada vi sono pendii non pericolosi, o addirittura

---

[35] Può essere utile ricordare che, in caso di incidente che veda coinvolti anche degli elementi della strada, la legge prevede che il costo per il ripristino delle condizioni iniziali è a carico del soggetto responsabile del sinistro: purtroppo, anche se le assicurazioni iscrivono a bilancio tale costo, troppo spesso i lavori di manutenzione non vengono svolti.

campi aperti, essi possono costituire la via di fuga necessaria perché una banale caduta dal mezzo non si trasformi in una tragedia, e tale via di fuga non deve essere ostruita da un guardrail. Una recente indagine compiuta in Francia per conto del Dipartimento sicurezza stradale del Ministero dei trasporti ha rivelato che il 15% delle barriere poste sulle strade francesi sono inutili e possono essere completamente rimosse, poiché si ritiene più sicuro che, a seguito di un incidente, i veicoli e le persone coinvolte escano fuori dalla sede stradale e finiscano nei campi adiacenti, piuttosto che colpire le barriere.
In altri casi può essere conveniente rimuovere direttamente gli ostacoli per i quali si è ritenuto necessario l'utilizzo di un guardrail, oppure adottare altre misure per renderli meno pericolosi. Si possono allora eliminare, laddove possibile, alberi, rocce o sassi sporgenti e posti in zone pericolose (ad esempio in corrispondenza di una curva), riparare superficialmente fossati o canali che corrano sul bordo della strada, ricoprire con terra le aree ai lati della strada dove vi siano sassi appuntiti, realizzare deboli pendii ai lati della strada, in modo da ridurre lo spazio necessario per dissipare l'energia cinetica posseduta da un corpo che scivoli sul terreno, oppure appiattire la superficie di pendii già esistenti se troppo inclinati; si tratta, evidentemente, solo di alcuni esempi, ma tanti altri possono essere gli interventi utili a seconda della situazione, e che non prevedano l'utilizzo dei guardrail.

Un criterio generale che comprenda tutti i casi possibili non può certo essere indicato, ma i vantaggi di adottare misure alternative ai guardrail sono spesso sottostimati o non considerati affatto, mentre sarebbe bene fare sempre un'attenta valutazione dei pro e dei contro.

- garantire un'adeguata via di fuga: quando non possa essere evitato l'utilizzo dei guardrail, magari perché rimuovere gli altri ostacoli è impossibile o economicamente proibitivo, o quando comunque la barriera non rappresenti un pericolo maggiore degli ostacoli che deve riparare, occorre però valutare con attenzione la posizione più adatta dove metterli. In particolare è necessario garantire un'area priva di ostacoli tra il bordo della strada e la barriera, in modo da permettere una via di fuga in caso di emergenze. Quanto detto vale soprattutto nei tratti dove per i motociclisti è più probabile finire fuori strada, ad esempio all'esterno delle curve: in caso di incidente, il corpo del motociclista, sbalzato dal

veicolo, prosegue la sua corsa scivolando e rotolando sulla superficie stradale con una direzione ed una velocità inizialmente uguali a quella del motociclo, finché non viene interamente dissipata l'energia cinetica posseduta; se gli elementi della strada, quali gli stessi guardrail, sono posti a distanza non sufficiente, durante questa corsa priva di controllo il motociclista può impattare contro di essi quando ancora possiede un'elevata quantità di energia, con conseguenze rovinose.
Un calcolo dello spazio necessario affinché il motociclista arresti la sua corsa grazie all'attrito esercitato nel contatto con la pavimentazione, anziché per l'urto con un ostacolo, può essere fatto mediante un bilancio energetico: le grandezze che si possono confrontare sono l'energia cinetica posseduta al momento dell'incidente e il lavoro compiuto dall'attrito tra il corpo del motociclista e la superficie sulla quale striscia.
L'energia cinetica vale:

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

mentre il lavoro di attrito vale:

$$W = m \cdot g \cdot f_f \cdot s$$

dove: m = massa del corpo del motociclista
v = velocità del corpo al momento della caduta
f_f = coefficiente di attrito corpo (abiti del pilota)/pavimentazione
s = spazio a disposizione

Uguagliando si ottiene:

$$\frac{1}{2} m \cdot v^2 = m \cdot g \cdot f_f \cdot s \qquad \text{da cui} \qquad s = \frac{v^2}{2 \cdot g \cdot f_f}$$

s è lo spazio necessario affinché il corpo del motociclista si arresti.
Perché non rappresenti un pericolo, l'ostacolo, o il guardrail, andrà posizionato preferibilmente ad una distanza maggiore dello spazio s calcolato.
Tale valutazione è evidentemente approssimativa, non disponendosi di tabelle che riportino il valore preciso da utilizzare per il coefficiente di attrito f_f, ma soprattutto essendo molto diverse le condizioni per ogni caso specifico, riguardo

ad esempio la natura della superficie di scorrimento del corpo. Sarà infatti necessario valutare caso per caso quale sia il tipo di materiale più conveniente con cui ricoprire la superficie della via di fuga: una superficie erbosa e pianeggiante si fa preferire, ad esempio, perché il corpo del motociclista possa disperdere l'energia in modo graduale e non traumatico, ma naturalmente richiede la possibilità di poter disporre di spazi molto più ampi rispetto ad una superficie asfaltata, dove l'attrito sarebbe maggiore. E' evidente, comunque, che un pendio ai bordi della strada che sia leggermente inclinato verso l'alto può ridurre in modo sensibile questa distanza di arresto:

Figura 49: in caso di incidente, la leggera inclinazione del pendio sul lato della strada permetterebbe al corpo del motociclista sbalzato dal mezzo di decelerare prima di raggiungere gli ostacoli

Anche nei tratti di strada dove vi siano curve molto strette, e percorse quindi a velocità necessariamente ridotte, lo spazio necessario è molto ridotto. Insomma, in certe situazioni sarebbe sufficiente spostare di pochi metri il guardrail lateralmente verso l'esterno perché lo spazio per la decelerazione sia sufficiente nella maggior parte dei casi di incidente che avvengano in quel tratto di strada. In Olanda si è visto che le corsie preferenziali destinate alle biciclette nelle aree urbane, pur se di limitate dimensioni, rappresentano un'efficace area di sicurezza libera da ostacoli fissi, dove il motociclista possa cadere a seguito di un incidente senza subire gravi conseguenze[36].

In alcuni paesi si è tentato di porre rimedio al problema, cercando di determinare i tratti dove fosse prioritario garantire un'adeguata area protetta ai bordi della

---

[36] Analoga funzione potrebbero svolgerla i marciapiedi ai lati della strada, con l'accortezza di adeguarne i bordi

strada. Il Ministero dei trasporti francese, ad esempio, ha individuato[37], come zone da equipaggiare con dispositivi moto-friendly, le curve con un raggio minore di 250 metri (400 sulle autostrade), e i tratti di strada inclinata; nei tratti analoghi, ma per infrastrutture di nuova costruzione, è indicato come obbligatorio il rispetto di una zona di sicurezza e una di recupero: nella prima, ampia almeno quattro metri, tutti gli ostacoli o elementi pericolosi che non possono essere evitati devono essere protetti con dispositivi di tenuta, come i guardrail; nella seconda, più interna della zona di sicurezza e ampia almeno due metri, gli ostacoli sono vietati, come indicato nella Figura 51:

- gli ostacoli (o elementi pericolosi) devono essere protetti da dispositivi di ritenuta nella zona di sicurezza (ma fuori da quella di recupero);
- gli ostacoli (o elementi pericolosi) devono essere eliminati nella zona di recupero;
- gli ostacoli (o elementi pericolosi) non devono essere eliminati né protetti al di fuori della zona di sicurezza

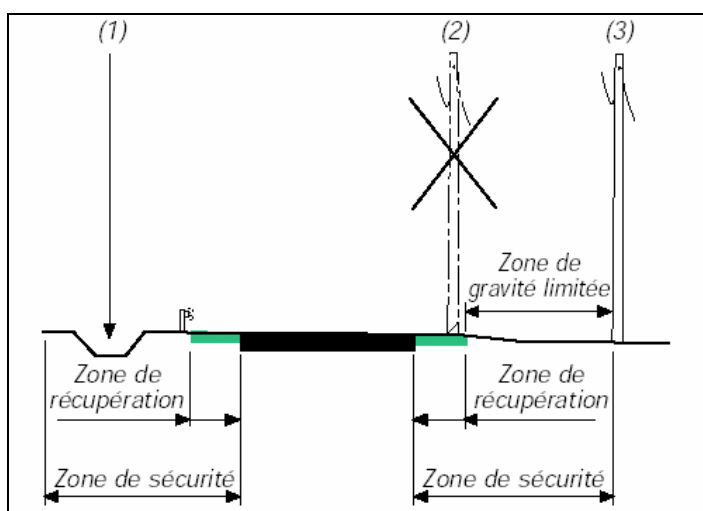
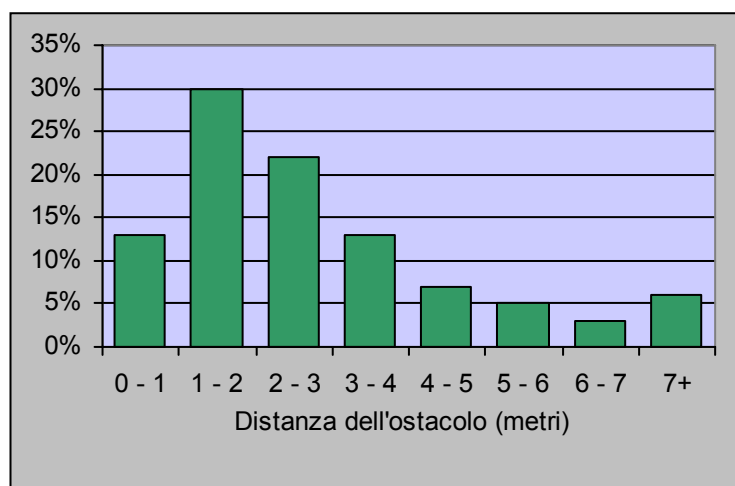



Figura 50 - prescrizioni introdotte dalle norme francesi per i tratti stradali critici

Le dimensioni previste dalla direttiva per queste due aree sono diverse a seconda del livello gerarchico della strada che si sta esaminando: esse sono state decise sulla base di indagini finalizzate a valutare la distanza tra gli ostacoli e il bordo

[37] Ibidem. guida tecnica Setra-Certu (2000), "Prise en compte des motocyclistes dans l'aménagement et la gestion des infrastructures".

della strada nei casi di incidenti mortali che abbiano visto coinvolti degli ostacoli posizionati fuori dalla sede stradale, i cui risultati sono riportati nel grafico 2.8:

Grafico 49 Ripartizione incidenti mortali contro ostacoli fissi, secondo la distanza tra l'ostacolo e il bordo della strada[38] – Francia, 2000

- misure migliorative per i montanti: visto il grave pericolo rappresentato dai montanti, in alcuni paesi sono state adottate delle misure, in realtà ancora su scala ridotta, al fine di limitarne la minaccia. A seconda dei casi, si è agito in due direzioni: intervenendo con dispositivi destinati a limitare le conseguenze degli impatti con i montanti, o utilizzando sistemi che impediscano gli impatti stessi.

Nella prima categoria di interventi si può certamente far rientrare la sostituzione dei montanti dal tradizionale profilo ad I (IPE 100) con altri di profilo meno aggressivo che, sebbene più costosi, risultano meno lesivi in caso di impatto col corpo di un motociclista: è il caso dei profili "a sigma", a Z o a C, come indicato nella Figura 51. Ancora meno pericolosi sono i montanti a sezione circolare, privi di bordi spigolosi o taglienti; il loro utilizzo è però limitato perché presentano maggiori difficoltà in fase di assemblaggio con gli altri elementi del guardrail.

[38] La bassa percentuale di incidenti mortali nella fascia tra 0 e 1 metro è motivata dal numero ridotto di ostacoli che si trovano in questa intervallo.

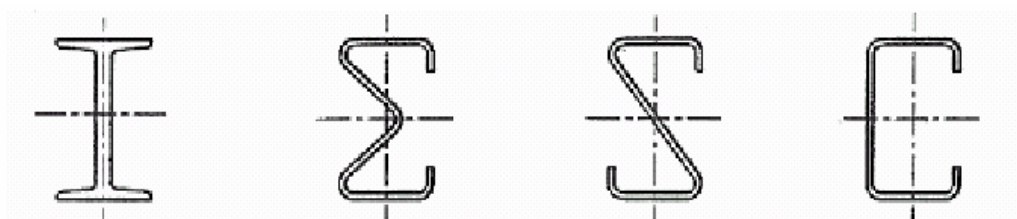



Figura 51 - Tra i profili dei montanti, quello tradizionale IPE 100 è il più pericoloso rispetto a quelli “a sigma”, a Z, a C.

Se la scelta di profili meno aggressivi rende i montanti meno pericolosi, il miglioramento in fatto di sicurezza rimane comunque modesto: oltre che per i bordi affilati e taglienti, infatti, i montanti sono pericolosi anche perché, se colpiti, offrono una ridotta superficie di impatto; l’energia viene così dissipata concentrandosi in punti singolari, provocando forti urti e deformazioni agli arti dei motociclisti.

Per cercare di ovviare anche a questo problema possono essere utilizzati[39] degli appositi attenuatori di impatto, composti di schiume particolari (polistirene, poliuretano e materiali simili), che avvolgono i montanti evitando il contatto con gli spigoli taglienti e assorbono parte dell’energia dell’impatto (vedi Figura 52). Sono semplici da installare anche su guardrail già esistenti dopo averne smontato momentaneamente i nastri, come nel caso della

Figura 53, e sono prodotti in modelli differenti per potersi adattare ai diversi profili dei montanti. Dispositivi simili possono essere utilizzati anche su barriere a funi metalliche per ricoprire i montanti (vedi Figura 54): va da sé che tale intervento, comunque, non riduce il pericolo rappresentato dalle funi metalliche.

[39] Lo si è fatto soprattutto in Francia, Germania ed Austria.

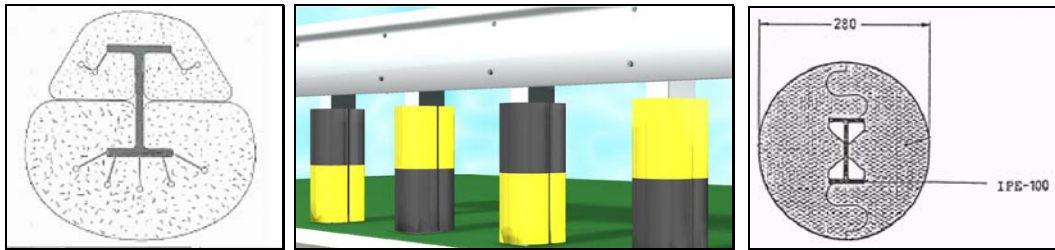



Figura 52: modelli di attenuatori di impatto installati sui montanti Ipe 100 di un guardrail

Figura 53 guardrail installato in prossimità della curva di un tratto di strada, dotato di attenuatori di impatto per i montanti

Figura 54: un addetto installa attenuatori di impatto per coprire i montanti di una barriera a funi metalliche; purtroppo l'intervento sarà inutile per quanto riguarda le funi

I dispositivi visti finora sono finalizzati a limitare i danni nei casi in cui il corpo dei motociclisti impatti contro i montanti. I risultati migliori si sono ottenuti però nella realizzazione di prodotti che coprano i montanti, impedendone così l'urto con il corpo, e oggi le possibili soluzioni sono numerose.

Innanzitutto è possibile aggiungere un nastro installandolo sul guardrail in posizione più bassa rispetto alla serie di nastri già presenti, come mostrato nella

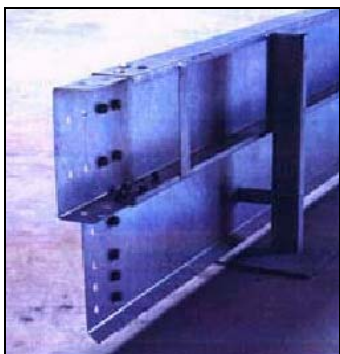



Figura 55. Il meccanismo è chiamato “motorail”, e dove è stato utilizzato[40] è stata riconosciuta la sua importanza nel ridurre la gravità delle lesioni subite dai motociclisti, impedendo loro di superare il guardrail passandovi sotto o di urtare i montanti, permettendo invece la distribuzione dell’energia di impatto su una superficie maggiore. Perché sia efficace, il nastro supplementare deve essere installato ad una altezza massima di cinque centimetri rispetto alla pavimentazione, e non deve essere collegato ai montanti, ma alla parte inferiore del nastro ordinario: esso, infatti, non deve toccare i montanti, in modo da garantire una reazione elastica in caso di impatto. Non si ritiene utile, in tal senso, il corrente inferiore posseduto da alcuni guardrail tradizionali, come quello riportato nella Figura 56: questo, infatti, ha lo scopo di agire sulle ruote delle auto collidenti, agevolandone il rientro in carreggiata, e rappresenta un ostacolo troppo rigido per il corpo di un motociclista, presentando quindi le stesse controindicazioni dei montanti.

[40] Il “motorail” è stato adottato soprattutto sulle strade di alcune regioni della Germania.

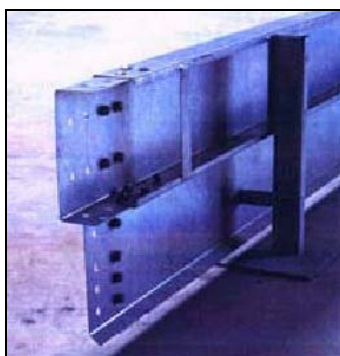



Figura 55: « Motorail » L'aggiunta di un nastro supplementare protegge i motociclisti dall'impatto con i montanti; naturalmente occorrerà rendere meno aggressive le estremità.

Figura 56: il corrente inferiore di questo guardrail lascia scoperti i montanti, e rappresenta comunque un ostacolo troppo rigido per il corpo di un motociclista.

Seguendo la stessa filosofia, negli anni '80 è stato realizzato un dispositivo, utilizzato soprattutto su alcune strade francesi, dotato di un livello di flessibilità tale da assorbire una maggiore energia cinetica in caso di impatto. Si tratta del cosiddetto "Metal Shield" (o "Ecran Motard", essendo stato inventato in Francia), piastra metallica dalla superficie liscia, da installare sotto i nastri del guardrail perché faccia da scudo ai montanti, come mostrato nelle figure seguenti:

Figura 57: "Metal Shield"

Figura 58: il Metal Shield può essere installato su guardrail già esistenti sui bordi della strada o in mezzeria, aumentando la sicurezza dei motociclisti in caso di caduta, soprattutto se viene lasciato uno spazio sufficiente per la decelerazione

Un altro meccanismo utilizzato per schermare i montanti è il "Plastrail", una sorta di nastro di plastica dal disegno particolare, come mostrato nella Figura 59. Adattabile anche ai guardrail esistenti, permette di assorbire l'energia cinetica dovuta all'impatto, come gli attenuatori di impatto visti precedentemente, e di diffonderla su una superficie maggiore, come il Metal Shield.

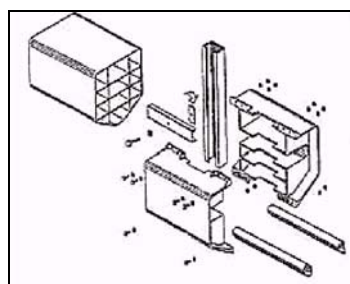



Figura 59: "Plastrail", disegno tecnico ed esempio di applicazione

Nel "Mototube" il nastro a copertura dei montanti non è fatto di plastica, ma è composto per circa il 70% da materiale riciclato[41]: esso si mostra quindi come un tubo soffice che, come quello in Figura 60, si sviluppa lungo un ampia porzione di guardrail, in modo da attutire l'urto del corpo dei motociclisti senza provocare gravi lesioni. Più spesso, il Mototube è formato da una coppia di tubi in serie di polietilene riciclato, che si montano nella parte inferiore del guardrail, come mostrato nella Figura 61.

[41] In effetti risulta che in Portogallo alcune associazioni di motociclisti abbiano utilizzato addirittura dei pneumatici per ricoprire i montanti dei guardrail di alcune strade: questo non deve stupire, dato che anche nelle gare motociclistiche ufficiali si fa largo uso dei pneumatici nei punti del tracciato ritenuti più pericolosi.

Figura 60: « Mototube » , qui dotato di un solo elemento di dimensioni maggiori posto alla base del guardrail per coprirne i montanti.

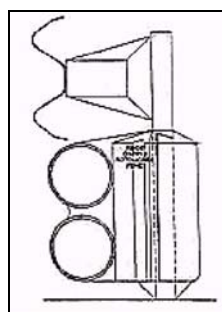



Figura 61: « Mototube », in questo caso a due elementi; disegno tecnico ed esempi di utilizzo

Come visto, sono molte le misure applicabili ai guardrail per diminuire la minaccia rappresentata dai montanti: in alcuni paesi questi dispositivi già vengono installati in quei tratti di strada riconosciuti come a maggior rischio di cadute da parte dei motociclisti, ma il loro utilizzo è ancora troppo modesto. Certo, un freno alla loro diffusione è rappresentato dai costi elevati, sia di montaggio che di manutenzione[42], che però subirebbero un abbattimento se questi dispositivi fossero utilizzati su scala maggiore. E' sempre valido, comunque, il ragionamento

[42] Si consideri, ad esempio, che gli attenuatori di impatto perdono la loro efficacia dopo 4-5 anni, passati i quali devono essere sostituiti.

per cui se è vero che non si possono dotare di dispositivi ad hoc tutti i guardrail, è però possibile cominciare da quelli riconosciuti come maggiormente nocivi: in uno studio[43] compiuto alla fine degli anni Ottanta è stato fatto un bilancio costi-benefici, scoprendo che, a quei tempi e quindi con conoscenze tecniche minori di quelle odierne, "l'implementazione di misure protettive è positivo se fatto in 'black spots', che rappresentano circa il 10% delle sezioni dei guardrail".

- rendere la sommità dei guardrail meno pericolosa: come accennato precedentemente, anche la parte superiore dei guardrail può essere molto pericolosa: il profilo tagliente dei nastri, ma soprattutto i bordi affilati dei montanti che a volte sporgono senza motivo di molti centimetri, possono provocare gravi ferite a un motociclista che vi cada sopra. In effetti non è necessario che i montanti sporgano più di 1cm oltre i nastri, e quando succede occorre intervenire per eliminare almeno la parte eccedente.

Come visto per la parte inferiore dei montanti, sarebbe certamente utile riuscire a schermare anche la sommità dei guardrail, per proteggere le parti più taglienti. Una proposta in tal senso è il sistema "Bikeguard", che consiste in una striscia metallica dai bordi smussati da fissare sul guardrail, in modo che i montanti non sporgano più, come si vede nella Figura 62: dove è stato utilizzato[44] si è visto che, in caso di incidente, le ferite provocate sono state meno gravi di quelle provocate dai guardrail privi di tale accorgimento.

Figura 62: "Bikeguard"

[43] Koch H. e Brendicke R. (1988), "Motorcycle Accidents with guardrails".
[44] Questo dispositivo, disegnato in Germania, è utilizzato ad esempio dalla società delle autostrade inglesi "Highway Agency" per aumentare la sicurezza di alcune sezioni di guardrail.

Anche sulle barriere a funi metalliche è possibile intervenire per coprire, oltre che i montanti, anche le funi stesse: un'azienda svedese, la Baltic Contruction Company, ha recentemente prodotto un dispositivo, il cui disegno schematico è riportato in Figura 63, che ricopre le funi superiori e inferiori con profilati di alluminio; simulazioni computerizzate condotte in merito hanno verificato come le guide in alluminio proteggano adeguatamente il corpo di un motociclista collidente, impedendo ai cavi di infliggere gravi danni, e facendo così sperare in possibili applicazioni future.

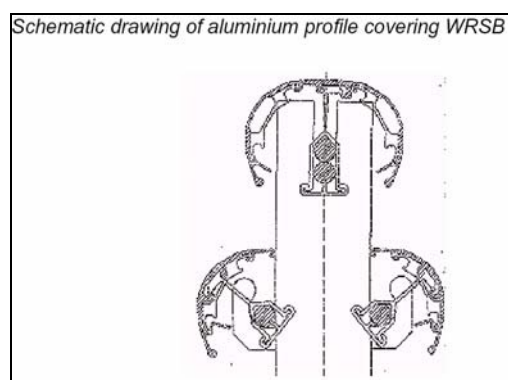



Figura 63: disegno schematico del profilo di un dispositivo utilizzato per coprire le funi di una barriera a funi metalliche; purtroppo questo dispositivo non è utile per proteggere il motociclista dall'impatto con i montanti, ma può essere combinato con meccanismi adatti a questo scopo.

- sostituire i guardrail con barriere continue, dove sia conveniente: le barriere continue possiedono una superficie di impatto ampia e liscia che può procurare alcuni vantaggi rispetto ai guardrail. Innanzitutto non presentano parti affilate o taglienti; ciò evidentemente riduce il rischio che il motociclista subisca delle amputazioni, che invece abbiamo visto essere molto elevato nei guardrail. Inoltre evita che il motociclista, sbalzato dal mezzo a causa di un incidente, passi sotto i nastri colpendo così i montanti, o finendo addirittura oltre il guardrail stesso. Il loro utilizzo è quindi da valutare in quelle situazioni dove sia prioritario il mantenimento in carreggiata dei veicoli e dei conducenti, motociclisti compresi: è il caso di strade ai cui lati si trovino degli strapiombi o delle pareti rocciose, o nei tratti a doppio senso dove sia elevato il rischio di cadere e finire nella corsia opposta, come mostrato nella Figura 64:

Figura 64: barriera continua utilizzata in mezzeria per separare la carreggiata in due corsie.

Purtroppo le barriere continue, soprattutto se in cemento come i diffusi “new jersey”, presentano degli effetti negativi evidenti: essendo in genere progettate per contenere un grosso carico, quale quello di auto o camion, risultano estremamente rigide e diventano esse stesse degli ostacoli pericolosi se colpite con velocità ed angoli di impatto elevati. Questo vale a maggior ragione per il corpo di un motociclista che, non protetto da alcuna carrozzeria, assorbirebbe nell’impatto quasi tutta l’energia cinetica, con gravi conseguenze fisiche, e verrebbe il più delle volte rimbalzato all’interno della carreggiata, creando così ulteriore pericolo per sé e per i veicoli in arrivo. In certi casi si può ovviare aggiungendo dei tubi soffici nella parte inferiore, come nell’esempio della Figura 65: l’effetto sarà analogo a quello dei “Mototube” montati sui guardrail.

Figura 65: per ridurre la pericolosità dell’impatto con la barriera di cemento, nella parte inferiore è stato inserito un tubo in polietilene riciclato

Un altro inconveniente delle barriere continue, ma per la verità anche di quelle discontinue, è rappresentato dai punti singolari, in particolare le sezioni terminali, che possono provocare molti danni in caso di collisione, come nel caso della
Figura 66. Per mitigare gli effetti di un possibile urto è possibile disporre la barriera in modo da aumentare l’angolo tra il suo sviluppo e la traiettoria dei veicoli, oppure immergere nella pavimentazione la porzione iniziale della barriera stessa, come fatto per l’estremità del guardrail mostrato in
Figura 67; nei casi più rischiosi è possibile ricorrere ad attenuatori d’urto deformabili, costituiti da una serie di elementi plastici a deformazione anelastica, in grado di dissipare parte dell’energia cinetica posseduta dal veicolo impattante.

Figura 66: un motociclo ha colpito l’estremità di una barriera di sicurezza; misure protettive non avrebbero impedito l’incidente, ma ne avrebbero certamente ridotto la gravità delle conseguenze

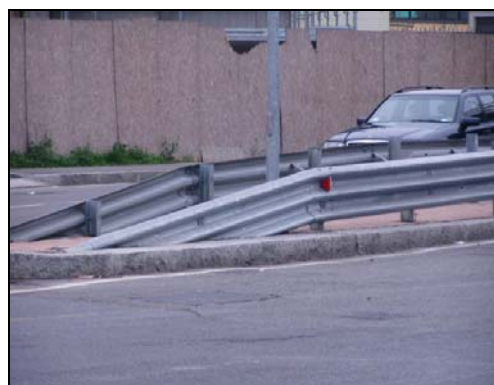



Figura 67: l’estremità di questo guardrail è stata immersa per rendere la barriera meno pericolosa.

Occorre prestare attenzione anche al profilo della barriera, evitando che per ovviare ad un pericolo se ne venga a creare uno maggiore: ci riferiamo, ad esempio, ad un problema provocato dai cosiddetti “new jersey”, barriere in calcestruzzo molto utilizzate fino a pochi anni fa. Presentano infatti una base larga, per poi restringersi verso la sommità: tale conformazione è dovuta al fatto che, negli anni in cui vennero progettati, le carrozzerie delle auto e dei veicoli pesanti erano sporgenti rispetto alle ruote, e si voleva che, in caso di impatto con le barriere, l’attrito si realizzasse su una superficie maggiore, che le lamiere si

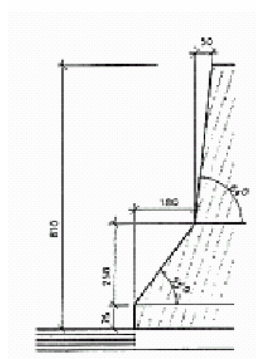
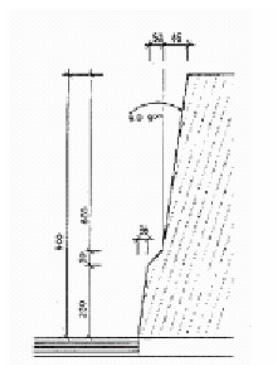
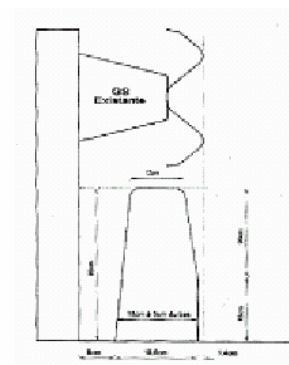
deformassero lungo tutta la fiancata, e non in punti singolari, e che l'energia potesse così dissiparsi provocando solo un leggero spostamento della barriera. Oggi, però, le auto e i veicoli pesanti sono progettati in modo da avere le ruote in linea con la carrozzeria, sicché vengono meno i vantaggi procurati dalla conformazione della barriera, che al contrario diventa una sorta di rampa sulla quale le vetture si arrampicano e rischiano di sollevarsi, finendo nella corsia opposta. Nella scelta della barriera, dunque, è bene fare corrette valutazioni anche sulla sua conformazione geometrica, preferendo modelli dai profili meno pericolosi, o addirittura rivolgendosi a modelli sperimentali, come quelli indicati in Figura 68

Profilo "new jersey"

Profilo meno pericoloso

Profilo sperimentale

Figura 68: alcuni profili delle barriere in cemento

Si vede bene, quindi, quanto sia necessario considerare attentamente, di volta in volta, i pro e i contro riguardo l'utilizzo di una barriera tipo guardrail, o a funi metalliche, piuttosto che di una barriera continua: non essendo disponibili risultati di crash-test che, in condizioni controllate, confrontino le caratteristiche dei diversi tipi di barriere riguardo la sicurezza dei motociclisti, risulta difficile stabilire dei criteri generali. Le associazioni di motociclisti preferiscono comunque l'impiego delle barriere continue, poiché il difetto del mancato assorbimento di buona parte dell'energia d'impatto, provocato dalla loro estrema

rigidità, è compensato dalla minore pericolosità della loro superficie liscia, rispetto a quella discontinua dei guardrail o delle barriere a funi metalliche; questo naturalmente a patto che siano disposte ravvicinate una all'altra e orientate parallelamente alla direzione di marcia. Anche il maggiore costo iniziale delle barriere rigide, che farebbe preferire l'adozione dei guardrail, viene però compensato dalla ridotta manutenzione che richiedono, e dunque dalla loro elevata longevità.

Non tutte le barriere continue sono realizzate in cemento: laddove si ritenga opportuno (e si possiedano i finanziamenti necessari, visto il costo maggiore) si possono scegliere barriere di materiale diverso, in grado di assorbire una maggiore quantità di energia, come quelle mostrate in Figura 69; in questo caso occorre fare attenzione affinché non venga meno la capacità di contenimento della barriera, soprattutto rispetto ai veicoli più gravosi quali le automobili e soprattutto i veicoli pesanti.

Figura 69: barriera continua in lamiera di acciaio, utilizzata per riparare i bordi del tratto curvilineo di una strada italiana; notare il sistema di assemblaggio ad incastro tra i vari elementi e quello di fissaggio a terra su uno zoccolo di cemento, reso comunque innocuo dal profilo della barriera

5.7.3 Alberi

In presenza di alberi sol bordo della strada, le possibili soluzioni per evitare di tagliarli sono quelle di proteggerli, ad esempio con guardrail opportuni (Figura 70), oppure allontanarli dalla carreggiata

Figura 70: per ridurre il pericolo rappresentato dai tronchi di questi alberi, le circostanze particolari di contorno possono suggerire una possibile soluzione: installare un guardrail, come fatto sull'altro lato della strada

5.8 GESTIONE DEL TRAFFICO

5.8.1 Segnaletica Orizzontale

PROBLEMI

Improvvisa riduzione dell'aderenza della superficie stradale: una grave minaccia alla stabilità e all'equilibrio di motocicli e ciclomotori è rappresentata dalla segnaletica orizzontale posta sulla carreggiata; le vernici e i materiali utilizzati, ad esempio, per segnalare i passaggi pedonali, riducono infatti in modo notevole le proprietà di aderenza della pavimentazione stradale, che diventa particolarmente insidiosa in condizioni bagnate. Anche i chiusini, cioè le coperture dei pozzetti e dei tombini realizzate in ghisa o acciaio, se posti sulla sede stradale possono diventare particolarmente scivolosi in caso di pioggia. Naturalmente i rischi maggiori si presentano se le discontinuità improvvise nell'aderenza della pavimentazione si verificano in tratti di strada dove già l'equilibrio dei veicoli a due ruote è precario, cioè in corrispondenza delle curve e degli incroci.

SOLUZIONI

Utilizzare materiali adeguati: i materiali (vernici, laminati plastici e nastri adesivi plasticizzati) utilizzati per la segnaletica stradale orizzontale devono essere antisdrucciolevoli, affinché le ruote dei veicoli non scivolino su di essi. Devono inoltre essere dotati di elevate caratteristiche di longevità, poiché sono impiegati sulla superficie della pavimentazione sottoposta al maggiore degrado provocato dall'usura, e di rifrazione, perché i segnali possano essere individuati anche da distanze elevate.

Verificare periodicamente l'aderenza: l'insidia maggiore rappresentata dalla segnaletica orizzontale è la perdita di aderenza. Oltre ad utilizzare materiali dotati di aderenza adeguata, quindi, è necessario verificare periodicamente che tale caratteristica col tempo non diminuisca troppo, soprattutto nei tratti in curva e negli spazi di frenata degli incroci stradali. Qualora l'aderenza misurata sia insufficiente, è necessario realizzare tempestivamente interventi di manutenzione

per ripristinare le caratteristiche della pavimentazione, rinnovando la segnaletica se degradata.

Evitare demarcazioni con prodotti addizionali inadeguati: se è vero che i segnali stradali devono essere percepiti in tempo utile, e dunque può rendersi necessario l'utilizzo di prodotti addizionali, è necessario però che anche questi prodotti siano dotati di buone caratteristiche di aderenza e longevità. Recentemente, ad esempio, sono comparse anche sulle strade italiane delle demarcazioni rosse ad evidenziare le strisce pedonali, come nei casi mostrati in Figura 71; in un primo momento hanno suscitato le perplessità anche delle associazioni motociclistiche, ma tali demarcazioni sono prescritte dalle normative europee per le situazioni più rischiose proprio per le loro elevate caratteristiche di aderenza in condizioni bagnate[45].

Figura 71: demarcazioni rosse utilizzate per rendere più evidenti le segnalazioni poste sulla superficie stradale

- contenere le dimensioni delle superfici interessate: nel predisporre delle segnalazioni orizzontali sulla carreggiata è bene valutare correttamente le dimensioni necessarie. Occorre infatti garantirne la visibilità da distanze adeguate, per cui sarebbero preferibili segnali di notevoli dimensioni, ma occorre tenere conto anche del rischio che rappresentano: se infatti è vero che si possono utilizzare materiali perfezionati, è anche vero che, comunque, si produrranno tratti

---

[45] La scarsa informazione riguardo l'impiego e le proprietà di tali demarcazioni non ha comunque semplificato la loro accettazione da parte di alcuni utenti della strada, che rimangono convinti della loro elevata scivolosità: una campagna informativa in merito non sarebbe certo inopportuna.

della pavimentazione dotati di caratteristiche diverse. Le dimensioni più adatte saranno quindi da determinare in funzione delle condizioni al contorno del caso particolare.
Se comunque le dimensioni dell'area di pavimentazione coinvolta sono molto grandi, è possibile prevedere passaggi "liberi" dalle segnalazioni che permettano alle ruote dei veicoli di disporre di una superficie meno rischiosa.

- non collocare le segnalazioni orizzontali in posizioni pericolose: occorre fare attenzione, laddove possibile, a non posizionare segnalazioni orizzontali in tratti della pavimentazione già di per sé pericolosi; ci riferiamo, evidentemente, ai tratti di strada in corrispondenza delle curve o delle intersezioni, che abbiamo visto essere quelli più a rischio di incidenti che vedano coinvolti i veicoli a due ruote. Capita invece di vedere strisce pedonali che attraversano la strada proprio in corrispondenza di una curva, come nel caso mostrato in Figura 72, situazione da evitare assolutamente.

Figura 72: attraversamento pedonale posto pericolosamente in curva; il pericolo è per i motociclisti, che possono scivolare sulle strisce, ma anche per i pedoni, che possono non essere visti in tempo per essere evitati dai veicoli.

Nel caso degli incroci, invece, è bene collocare la segnaletica stradale ad almeno dieci metri dalle linee di stop o di precedenza, per lasciare ai motocicli e agli altri veicoli uno spazio sufficiente per poter frenare e svoltare senza che i conducenti debbano affrontare un'insidia ulteriore.

- problematiche legate ai tombini: le misure precauzionali indicate per la segnaletica orizzontale sono da adottare anche per i tombini e le loro coperture in ghisa o acciaio, in quanto spesso sono collocati all'interno della carreggiata.

Anche questi elementi sono infatti dotati di aderenza molto ridotta, soprattutto in condizioni bagnate, e rappresentano trappole molto insidiose per le ruote di motocicli e ciclomotori. Il rischio è evidentemente maggiore nei tratti di strada dove l'equilibrio dei veicoli a due ruote è già problematico, ed è quindi buona norma non collocarli in corrispondenza delle curve e delle intersezioni stradali.
Laddove le condizioni lo permettano, inoltre, è consigliabile collocare le condutture sotterranee, e quindi i pozzetti, i tombini e i loro chiusini che raggiungono la superficie, al di fuori della sede stradale: nella gran parte delle strade italiane ciò non è possibile, poiché lo spazio disponibile ai lati della strada è troppo ridotto, ma in molti paesi del nord Europa questa abitudine è molto più diffusa. L'utilità del far passare le condutture al di fuori della sede stradale, anziché sotto, si manifesta in due aspetti principali: innanzitutto, come detto, vengono ridotti i punti critici rappresentati delle superfici scivolose dei chiusini; in secondo luogo viene in questo modo limitato il disagio al traffico, che non deve essere periodicamente interrotto quando si rendano necessari lavori di manutenzione.

5.8.2 Segnaletica Verticale e Pali

Riteniamo utile fare un cenno anche alla segnaletica stradale, considerandone in questo paragrafo la funzione di sicurezza attiva: anche in questo ambito, infatti, possono essere prese misure che incrementino la sicurezza stradale dei veicoli motorizzati a due ruote, sebbene alcune indicazioni che forniremo hanno valore per tutti gli utenti della strada. Una delle principali cause degli incidenti, la guida distratta e indecisa, può infatti in molti casi essere diretta conseguenza dell'assenza o inadeguatezza della segnaletica stradale, della sua scorretta collocazione o della mancata manutenzione.
Secondo la loro funzione, i segnali stradali possono essere distinti in tre categorie principali: di pericolo, di prescrizione e di indicazione. Mentre i segnali di indicazione forniscono ai conducenti soprattutto informazioni utili per l'individuazione di località, itinerari o servizi, e non hanno quindi attinenza diretta con la loro sicurezza, i segnali di pericolo e di prescrizione sono molto importanti ai fini della sicurezza stradale: i segnali di pericolo sono utilizzati per preavvisare gli utenti della strada dell'esistenza di un pericolo sul tracciato, come un tratto di

strada sdrucciolevole o una curva pericolosa, mentre quelli di prescrizione indicano obblighi, divieti e limitazioni cui i conducenti devono attenersi per non creare pericolo a se stessi e agli altri, come ad esempio il segnale di stop agli incroci.

PLOBLEMI

I segnali non sempre sono ben percepiti dagli utenti della strada, e questo può succedere per diversi motivi:

- segnali poco visibili, perché coperti da altri segnali e cartelli, o dalla vegetazione lasciata crescere incolta;
- segnali vecchi e rovinati non sostituiti;
- segnali poco chiari o contraddittori, che possono distrarre i conducenti che cerchino di decifrarli, con evidenti rischi di incidente;
- segnali troppo grandi, che possono distrarre l'attenzione dei conducenti o addirittura limitare il loro campo visivo;
- una quantità eccessiva di segnali, che può fornire contemporaneamente troppe indicazioni perché i conducenti possano decifrarle in tempo utile e senza distrarsi dalla guida;
- segnali percepiti come poco utili o interessanti; ciò si può verificare soprattutto nel caso di segnali di pericolo: quando vengono segnalate come pericolose situazioni che non lo sono, i conducenti sono portati a considerare inattendibili questi segnali, e quindi a non rispettare le indicazioni contenute, anche quando il pericolo è invece reale;
- segnali mancanti dove sono invece necessari.

SOLUZIONI

Nel disporre la segnaletica occorre quindi seguire alcune indicazioni che la possono rendere più efficace:

- collocare segnali dove si ritiene necessario; alla tradizionale segnaletica verticale ed orizzontale, che possiedono gli aspetti negativi dei quali si è scritto precedentemente, si possono in alcuni casi preferire dispositivi di segnalazione

- verificare la coerenza e la congruenza delle informazioni trasmesse agli utenti lungo tutto il tracciato, facendo attenzione anche ai casi in cui gli stessi elementi siano segnalati in modo differente: questo vale soprattutto nella fase di transizione tra vecchia e nuova segnaletica, quando può succedere che le indicazioni siano addirittura discordanti;
- fornire informazioni chiare in modo conciso, affinché i conducenti non si distraggano dalla guida per dedicarsi alla lettura dei segnali;
- procedere alla razionalizzazione e al riposizionamento della segnaletica qualora le condizioni dovessero cambiare;
- eliminare tutti i segnali di vecchio tipo, quelli facenti riferimento a situazioni pericolose che si sono risolte e quelli provvisori non più necessari, e coprire la segnaletica momentaneamente non in uso;
- evitare di collocare segnali sovrabbondanti in uno stesso tratto della strada;
- collocare i segnali a distanza dal tratto pericoloso tale da poter essere visti in tempo utile perché i conducenti possano adeguare la velocità e la condotta di guida;
- verificare che i segnali non siano nascosti dalla vegetazione, né siano coperti da altri segnali o cartelli: perché ciò non avvenga è necessario che i segnali non abbiano dimensioni eccessive, che siano posti a distanza adeguata uno dall'altro e che la loro altezza e distanza dal bordo della strada siano corrette;
- realizzare tempestivi interventi di manutenzione quando i segnali siano diventati poco leggibili; lo stato di manutenzione deve essere un aspetto primario della segnaletica, in particolare quella orizzontale, che se degradata può diventare molto scivolosa e provocare ulteriori pericoli.

Può succedere, infine, che alcune minacce riguardino in particolare la sicurezza dei veicoli a due ruote, ma non siano segnalate perché non rappresentano grave pericolo per gli altri veicoli: in questi casi possono rendersi utili delle segnalazioni specifiche proprio per i motociclisti, come quelle mostrate in Figura 73, perché riducano la velocità e siano pronti a frenare in caso di improvvise situazioni di emergenza. Tali segnali possono rendersi utili anche per sollecitare i conducenti degli altri veicoli affinché facciano attenzione alla presenza dei motocicli, ad esempio in quei tratti di strada dove alcuni ostacoli possono nascondere le loro sagome ridotte.

Figura 73: segnali stradali speciali utilizzati specificatamente per i conducenti dei veicoli su due ruote

Dove sono stati collocati segnali di questo tipo, soprattutto in Germania e nei paesi scandinavi, è stato registrato un calo di incidenti che abbiano visto coinvolti i motociclisti, e visti i bassi costi si può pensare di estenderne l'utilizzo anche sulle strade di altri paesi. Questo non deve naturalmente scaricare la responsabilità di chi deve comunque intervenire per rimuovere le cause che rendono pericoloso il tratto interessato.

Pali e sostegni dei cartelli stradali

Le attrezzature per l'illuminazione e la cartellonistica verticale poste lungo la rete stradale, oltre a regolare il traffico veicolare, svolgono anche importanti funzioni di sicurezza attiva[46]: una corretta visibilità anche nelle ore notturne e puntuali indicazioni di pericolo sono fondamentali per potere interpretare ed evitare situazioni critiche. Gli interventi di cui ci occuperemo in questo paragrafo riguardano invece l'ambito della sicurezza passiva, poiché sono destinati a ridurre il pericolo che i pali della luce e quelli che sostengono semafori, cartelli stradali o altri elementi della strada[47], possono procurare ai motociclisti e agli altri utenti della strada.

PROBLEMI

- pericoli in caso di impatto: i pali e i sostegni posti ai lati delle strade chiudono la via di fuga ai veicoli incidentati e ai corpi dei motociclisti che, sbalzati dal veicolo, scivolano sull'asfalto, comportandosi a tutti gli effetti come i montanti

[46] Questo, naturalmente, se utilizzate in modo corretto (ibidem. paragrafo 2.4.9.).

[47] A questi occorre aggiungere anche i pali di sostegno dei cartelloni pubblicitari, presenti in numero tale sui bordi delle strade da trasformarli quasi in un "jungla di metallo".

dei guardrail di cui si è detto precedentemente. In particolare, essi rappresentano ostacoli fissi nei quali si concentra la forza d'impatto nel caso in cui vengano colpiti: se il corpo collidente è un'automobile, o un veicolo pesante, le conseguenze dell'urto possono limitarsi a danni materiali al veicolo, a meno che non proceda a velocità eccessiva; nel caso in cui il corpo che impatta sul palo sia invece quello di un motociclista, anche a velocità ridotta le conseguenze potrebbero facilmente risultare fatali.

SOLUZIONI

- installarli solo se necessario: vista la loro pericolosità, prima di installare pali e sostegni è bene valutare a fondo se e quanto siano necessari, evitando di riempire i bordi della strada di pericolosi ostacoli quando questi siano superflui, o rimuovendoli se si ritengono inefficaci. Per quanto riguarda i cartelli stradali, ad esempio, essi svolgono, come detto, compiti di sicurezza attiva, e si può quindi ritenere che più ne vengono utilizzati meglio è: questo in realtà non è vero, poiché, come vedremo successivamente, se ne vengono installati troppi viene a mancare la loro chiarezza e leggibilità.

- cura nel loro posizionamento: gli arredi stradali sono posti a volte in posizioni molto sconvenienti, chiudendo possibili vie di fuga in caso di caduta di un motociclista: è il caso frequente, ad esempio, dei cartelli che segnalano una curva pericolosa, posti anche alla fine di tale curva, come quelli della Figura 74:

Figura 74: i pali che segnalano questa curva pericolosa sono posti in modo tale da rappresentare essi stessi un grave pericolo, dato che impedirebbero al corpo di un motociclista caduto sull'asfalto di terminare la sua corsa nel campo a lato della strada, con conseguenze probabilmente modeste.

Particolare attenzione va posta anche in quelle situazioni critiche, quali alcuni incroci, rotatorie o tratti di strada di difficile interpretazione, dove sia più probabile il pericolo di una caduta che potrebbe non essere disastrosa di per sé, ma diventarlo proprio a causa dell'impatto con tali elementi.

- utilizzare pali già esistenti: laddove sia possibile, e non sia compromessa la loro leggibilità, è bene valutare l'opportunità di installare la segnaletica stradale su pali già presenti ai bordi della strada, evitandone così il sovraffollamento.

Figura 75: nei casi mostrati, più cartelli stradali sono stati installati su un palo di sostegno dell'impianto di illuminazione già presente sul margine della strada; una pratica di questo tipo va incontro anche alle esigenze di tutela dei motociclisti, purché sia garantita la visibilità dei cartelli stessi e la chiarezza delle informazioni contenute.

Figura 76: in questi esempi, per posizionare i cartelli di segnaletica stradale sono stati impiantati dei pali aggiuntivi, mentre potevano essere utilizzati i pali già presenti nelle immediate vicinanze.

- evitare profili taglienti: come per i montanti dei guardrail, anche per i pali e i sostegni dei cartelli stradali vale il criterio di evitare bordi taglienti, spigoli e parti sporgenti, preferendo invece profili lisci e a sezione circolare:

Figura 77: gli spigoli e altre parti sporgenti di questo palo rappresentano una grave minaccia per un motociclista che dovesse colpirlo; si noti anche come il palo sia stato posto in un punto particolarmente critico, trovandosi in corrispondenza di un tratto di strada dove la pavimentazione è lesionata, e dunque ad alto rischio di caduta.

Figura 78: I pali a sezione circolare rappresentano una minaccia minore per i motociclisti: nel caso vengano urtati, infatti, le lesioni subite sarebbero meno gravi; quello mostrato a lato è ancora meno pericoloso poiché, diversamente da quello sopra, è stato opportunamente collocato lontano dal bordo del marciapiede.

- proteggere ed evidenziare i pali e i sostegni in posizione pericolosa: quando la situazione particolare rendesse inevitabile porre pali o sostegni in posizione particolarmente pericolosa, sarebbe però opportuno proteggerli e segnalarli agli utenti della strada: a tale scopo si può utilizzare un elemento catarifrangente o retroriflettente[48], come quello mostrato in Figura 79. Nel montare questi elementi sarebbe bene tenere sempre in considerazione anche le esigenze di sicurezza dei motociclisti e dei ciclomotoristi avendo cura, ad esempio, di non lasciare scoperte ampie sezioni del palo, che potrebbero essere colpite in caso di caduta, come nella situazione mostrata nella

Figura 80. Nei casi più rischiosi si può ricorrere ad attenuatori d'impatto simili a quelli per i montanti dei guardrail.

[48] Molto utili possono essere anche i sistemi di delineazione lineare Lds

Figura 79: elemento catarifrangente posto sul palo di sostegno di un cartello stradale, e particolare del suo montaggio; la sua utilità è rendere visibile l'ostacolo anche di notte, ricoprendo il palo in modo da renderlo meno pericoloso in caso di impatto a velocità ridotta. Una corretta interpretazione della sicurezza dei motociclisti avrebbe suggerito anche di smussare gli spigoli dell'isola sopraelevata.

Figura 80: in questo caso, l'elemento catarifrangente non è sufficiente per riparare la parte inferiore del palo che, insieme allo spigolo dell'isola sopraelevata, rappresenta così una minaccia per i motociclisti

6 ANALISI DELLA SICUREZZA STRADALE

6.1 INTRODUZIONE

Le analisi di sicurezza delle strade, definite in ambito internazionale con il termine ***Road Safety Audit*** o ***Road Safety Review*** se riferite rispettivamente a progetti o strade in esercizio, consentono di individuare in un tracciato la presenza di situazioni di rischio per la circolazione. In particolare si prefiggono di:

- identificare i potenziali pericoli insiti in nuovi progetti o sulle strade esistenti in modo tale che possano essere eliminati o attenuati prima che diano luogo a siti ad elevata incidentalità;
- accertare che i requisiti per la sicurezza di tutte le categorie di utenza siano esplicitamente considerati nella pianificazione, progettazione, costruzione, gestione e manutenzione delle infrastrutture stradali;
- ridurre il costo globale di gestione delle infrastrutture viarie, tenendo conto che, dopo la costruzione, la correzione di progetti insoddisfacenti dal punto di vista della sicurezza può essere estremamente costosa o addirittura inattuabile.

6.2 ROAD SAFETY AUDIT

6.2.1 Fasi dell'analisi

Per le infrastrutture di nuova realizzazione le analisi di sicurezza si affiancano all'iter progettuale, articolandosi in tre fasi distinte che corrispondono al progetto:

- **preliminare**: le verifiche di sicurezza intraprese in questa fase permettono di effettuare un'analisi critica delle scelte progettuali di base e di identificare le necessità di sicurezza specifiche dei diversi utenti della strada (pedoni, ciclisti, motociclisti, automobilisti, ecc.). E' opportuno analizzare l'influenza esercitata dal progetto sull'esercizio della rete nella quale si inserisce;
- **definitivo**: oltre a riguardare più puntualmente gli aspetti presi in considerazione nella fase preliminare, l'analisi di sicurezza del progetto definitivo ha lo scopo di valutare (e migliorare) la qualità intrinseca dell'infrastruttura in rapporto alle proprietà che hanno diretta incidenza sulla sicurezza delle diverse componenti di traffico. In particolare si esaminano:
  - le caratteristiche plano-altimetriche della strada, allo scopo di accertare che i diversi elementi siano stati opportunamente dimensionati e coordinati in relazione alle velocità operative previste, e che i criteri adottati per la composizione del tracciato, oltre ad assicurare la visibilità necessaria, non compromettano la leggibilità dell'ambiente stradale;
  - la scelta tipologica e la funzionalità delle intersezioni;
  - i punti di accesso all'infrastruttura (viabilità minore, piazzole di sosta e/o servizio, ecc…);
  - le sistemazioni previste per il corpo stradale, al fine di controllare che sia sempre garantita un'elevata ed omogenea sicurezza intrinseca della circolazione;
  - le modifiche e/o le varianti introdotte a seguito dell'analisi effettuata nella fase del progetto preliminare;
- **esecutivo**: l'analisi consiste nel mettere in evidenza situazioni infrastrutturali o di gestione del traffico che possono comportare rischi d'incidente per una o più categorie di utenti. Il grado di approfondimento di questa fase, immediatamente precedente all'appalto dei lavori, permette di considerare l'infrastruttura nell'insieme delle sue caratteristiche dinamiche e formali,

nonché degli elementi di arredo funzionale che si intendono realizzare. L'analisi di sicurezza del progetto esecutivo è più veloce nel caso di opere già sottoposte a verifica in fase preliminare e/o definitiva. Un'attenta osservazione merita lo studio della cantierizzazione, al fine di accertare che siano state prese in considerazione le conseguenze che le attività di cantiere possono esercitare sulla viabilità circostante e sulle relative componenti di traffico.

Un'analisi di sicurezza integrativa può essere condotta nella fase di pre-apertura al traffico: l'obiettivo è la valutazione delle condizioni di sicurezza che la strada offre nella sua realtà fisica, geometrica e funzionale. Eseguire l'analisi in questa fase è di grande importanza per il fatto che è la prima vista reale della strada progettata di cui si può disporre prima che gli utenti la percorrano. È consigliabile quindi procedere ad un accurato rilievo dello stato di fatto, mirato all'acquisizione dei seguenti elementi:

- la sistemazione delle intersezioni e della regolamentazione del traffico adottati;
- l'efficienza degli impianti di illuminazione;
- la visibilità diurna e notturna della segnaletica orizzontale e verticale;
- la corretta percezione e leggibilità della strada in tutte le condizioni di esercizio (particolarmente di notte ed in situazioni meteorologiche sfavorevoli);
- la presenza di ostacoli non protetti e le condizioni di installazione dei dispositivi di ritenuta;
- lo stato della pavimentazione ed in particolare le caratteristiche superficiali di aderenza e regolarità, verificando anche che le pendenze trasversali della piattaforma non determinino zone di accumulo di acqua piovana e conseguente formazione di veli idrici.

6.2.2 Progetti da sottoporre a controllo

I progetti di tutti i tipi di strada dovrebbero essere sottoposti ad analisi di sicurezza (Tabella 69), ma spesso vincoli di carattere economico impongono limiti a questa impostazione.

Tabella 69: Progetti e fasi delle analisi di sicurezza

Progetto	Preliminare	Definitivo	Esecutivo	Pre-apertura
Strade di grande importanza	✓	✓	✓	✓
Strade di minore importanza		✓	✓	✓
Lavori di manutenzione			✓	✓
Interventi per il miglioramento della sicurezza		✓	✓	✓
Interventi di adeguamento		✓	✓	✓
Piani di sviluppo	✓			
Interventi di moderazione del traffico		✓	✓	✓
Modifiche della gestione del traffico		✓	✓	✓

6.2.3 Ruoli nel processo di analisi

Le figure coinvolte nella procedura di analisi sono il committente, il progettista ed il gruppo di analisi .

Il committente promuove la progettazione e cura la scelta del progettista e del gruppo di analisi. Deve accertarsi che posseggano adeguati requisiti di competenza nel settore della sicurezza stradale e che il secondo sia indipendente dal processo di progettazione. Può identificarsi con l'Ente Proprietario della strada o con l'Ente Gestore. Deve assistere il gruppo di analisi nel reperimento della documentazione e discutere le raccomandazioni contenute nel rapporto finale. Sentito il parere del progettista, ha il compito di accogliere le eventuali osservazioni al progetto e di accettare o ricusare i suggerimenti a possibili interventi correttivi.

Il progettista o gruppo di progetto è responsabile del progetto ed ha il compito di fornire al gruppo di analisi tutte le informazioni e le giustificazioni sulle scelte progettuali eseguite in relazione al problema della sicurezza. Deve valutare gli aspetti tecnici inerenti le raccomandazioni del gruppo di analisi e redigere un rapporto con le proprie osservazioni in merito alle indicazioni segnalate. Deve inoltre modificare il progetto per attuare le raccomandazioni accettate dal committente.

Il gruppo di analisi è formato da due o più persone nominate dal committente, con competenze ed esperienza nel campo della sicurezza stradale. Esamina il progetto e, dopo aver identificato le circostanze di potenziale pericolo, adduce adeguate raccomandazioni.

6.2.4 Modalità organizzative

Le modalità operative della procedura di analisi di sicurezza prevedono in generale la seguente articolazione:

- il committente sceglie il gruppo di analisi;
- il progettista (o il gruppo di progettazione) raccoglie in un fascicolo e fornisce al gruppo di analisi tutti i documenti, gli elaborati progettuali e le informazioni necessarie per l'implementazione della procedura;
- ha luogo un incontro preliminare tra i soggetti coinvolti (committente, progettista e gruppo di analisi) per consegnare il fascicolo al gruppo di analisi ed esaminare i punti salienti del progetto;
- il gruppo di analisi esamina i contenuti del fascicolo e rivede criticamente gli elaborati progettuali per valutare in termini di sicurezza le prestazioni della strada considerata. A queste attività affianca le ispezioni del sito al fine di raccogliere ulteriori informazioni e completare quelle fornite dai documenti contenuti nel fascicolo;
- il gruppo di analisi redige il rapporto finale utilizzando apposite liste di controllo nelle quali sono riportate alcune domande relative a fattori che direttamente e/o indirettamente possono essere all'origine di eventuali incidenti. Queste ultime rappresentano uno strumento utile per aiutare il gruppo di analisi nel riconoscere i problemi di sicurezza. I temi considerati nelle liste di controllo riguardano la geometria, le intersezioni, la segnaletica e l'illuminazione, le pavimentazioni, le utenze deboli, le aree di parcheggio e sosta, gli interventi di moderazione del traffico (Tabella 70);
- ha luogo un incontro conclusivo tra i soggetti coinvolti (committente, progettista, gruppo di analisi) durante il quale sono esaminate e discusse le raccomandazioni formulate;
- il progettista, esaminato il rapporto di analisi, comunica al committente le proprie osservazioni in merito alle raccomandazioni suggerite;
- il committente analizza il rapporto di analisi e le osservazioni del progettista e prende le decisioni in ordine all'implementazione delle raccomandazioni. Queste ultime devono essere comunicate al gruppo di analisi per iscritto attraverso il rapporto di azioni correttive. In quest'ultimo si identificano le raccomandazioni accettate che saranno oggetto di azioni correttive immediate,

quelle accettate ma che non possono essere implementate in tempi brevi e quelle non accettate.

Dopo l'apertura al traffico della strada:

- il committente monitorizza il traffico e l'incidentalità ed un anno dopo la consegna del rapporto di analisi redige un rapporto sull'implementazione delle raccomandazioni;
- ogni cinque anni viene eseguita una nuova analisi di sicurezza ed il processo si ripete ciclicamente.

Tabella 70: Progetto esecutivo, lista di controllo, utenze deboli

PROGETTO ESECUTIVO - Lista di controllo - Utenze deboli	
Effetti di rete	
1	Crea il progetto effetti indiretti negativi sugli esistenti percorsi pedonali e ciclabili?
Attraversamenti pedonali	
2	Sono gli attraversamenti pedonali ben visibili da parte del traffico motorizzato?
3	E' il traffico motorizzato ben visibile da parte dei pedoni?
4	E' adeguata l'illuminazione notturna?
5	Sono gli attraversamenti pedonali ben coordinati con i percorsi pedonali?
6	Sono gli attraversamenti pedonali in posizione e distanza sufficiente a scoraggiare i pedoni ad attraversare in altri punti?
7	E' adeguato il tipo di attraversamento pedonale alla larghezza della carreggiata (con presenza di isole spartitraffico, ecc)?
8	E' compatibile la velocità del flusso con il tipo di attraversamento pedonale?
9	Sono necessari limiti di velocità ridotti in corrispondenza degli attraversamenti?
10	Sono necessari interventi di moderazione del traffico per ridurre le velocità in corrispondenza degli attraversamenti?
11	E' sufficiente lo spazio pedonale per attendere in corrispondenza degli attraversamenti?
12	La durata del verde è sufficiente a consentire l'attraversamento anche agli anziani e ai disabili?
12	Sono presenti inviti nei marciapiedi per i disabili?
13	Sono presenti strisce tattili per i non vedenti?
15	Sono previsti attraversamenti in prossimità delle fermate dei mezzi pubblici?
Percorsi pedonali	
16	Sono presenti marciapiedi nelle zone con flusso pedonale apprezzabile?
17	E' sufficiente la larghezza dei marciapiedi a consentire il flusso pedonale senza invasione della piattaforma stradale?
18	Sono presenti ostacoli (pali per illuminazione, pali per segnaletica e cartellonistica, le attrezzature per le fermate dei mezzi pubblici, ecc.) che impediscono il corretto flusso pedonale sui marciapiedi?
19	Vi sono attività commerciali che intralciano il corretto flusso pedonale?
20	Vi sono canali e dispositivi di drenaggio che intralciano il flusso dei pedoni?

21	E' garantita la continuità dei percorsi pedonali?
22	Sono necessarie restrizioni al traffico motorizzato?
23	Sono necessari interventi di moderazione del traffico?
24	La pendenza longitudinale consente il regolare deflusso dei pedoni?
	Ciclisti
25	E' sufficiente la larghezza delle banchine a consentire il flusso dei ciclisti senza invasione della carreggiata?
26	L'entità del flusso ciclistico è tale da richiedere piste ciclabili?
27	E' adeguata la segnalazione delle piste ciclabili?
28	Sono sufficientemente larghe le piste ciclabili?
29	E' garantita la continuità dei percorsi ciclabili?
30	Sono adeguati i percorsi ciclabili nelle intersezioni?
31	E' adeguata la pavimentazione dei percorsi ciclabili?
	Motociclisti
32	Sono presenti elementi che potrebbero costituire pericolo per i veicoli a due ruote?

6.2.5 Redazione del rapporto di analisi

Il rapporto di analisi è redatto nella forma "problema/raccomandazione", dove il problema è descritto in termini di tipologia di incidente che potrebbe accadere e la raccomandazione è una soluzione ingegneristica al problema individuato. Il rapporto deve contenere la descrizione dettagliata della procedura seguita ed i risultati dello studio, documentando e motivando le raccomandazioni formulate. È opportuno che queste ultime siano espresse con un linguaggio semplice e chiaro, in modo da essere agevolmente comprese da chi dovrà esaminarle e valutarne l'opportunità di implementazione. Il rapporto può essere articolato come segue:

- una pagina iniziale nella quale sono indicati la fase della verifica, il nome ed il luogo del progetto, la data, i membri del gruppo di analisi e le relative qualifiche, i dati del committente;
- una descrizione sommaria del progetto e dei suoi scopi;
- un elenco della documentazione contenuta nel fascicolo consegnato durante l'incontro iniziale;
- le informazioni relative agli incontri (i soggetti che vi hanno preso parte, la data, il motivo);
- le informazioni relative alle ispezioni del sito (data, condizioni di illuminazione, partecipanti);

- l'esame eventuale dei problemi di sicurezza rimasti irrisolti in precedenti fasi di verifica;
- una lista dei fattori di pericolo evidenziati, con spiegazione dei problemi di sicurezza riscontrati e dei potenziali incidenti che potrebbero avere luogo;
- le raccomandazioni per eliminare o mitigare questi fattori, con spiegazione dei benefici conseguibili mediante l'attuazione delle raccomandazioni;
- eventuale documentazione fotografica relativa ai problemi riscontrati;
- sintesi in forma tabellare dei problemi e delle raccomandazioni (Tabella 71);
- la dichiarazione di completamento della stesura del rapporto e le firme dei membri del gruppo di analisi.

Tabella 71: Sintesi dei problemi e delle raccomandazioni

Problema	Raccomandazione	Risposta	Motivazione o modalità attuative
descrizione sintetica del problema	descrizione sintetica della raccomandazione	decisione in merito alla raccomandazione (accettata, accettata con modifiche, accettata in via programmatica, rifiutata)	• motivazione del rifiuto o dell'attuazione non immediata o dell'attuazione con modifiche • descrizione delle modalità attuative della raccomandazione
…….	…….	…….	…….

6.2.6 Durata delle analisi

La durata delle analisi dipende dal grado di complessità del progetto e dei problemi di sicurezza individuati e dal numero dei componenti del gruppo di analisi. Quest'ultimo varia in funzione delle caratteristiche e dell'importanza dell'opera esaminata; deve essere composto da almeno due elementi, per progetti di minore importanza, sino ad un massimo di quattro per quelli di maggiore rilievo. In ogni caso le analisi di sicurezza non dovrebbero durare più di una settimana lavorativa.

6.3 ROAD SAFETY REVIEW

6.3.1 Introduzione

L'analisi preventiva di sicurezza delle strade in esercizio ha per obiettivo l'identificazione delle caratteristiche tecniche, geometriche e funzionali che possono contribuire al verificarsi degli incidenti. Rappresenta un'integrazione delle tradizionali procedure di analisi dell'incidentalità, consentendo di valutare la coerenza dell'ambiente stradale nel suo insieme e di correggere quelle situazioni che costituiscono o potrebbero costituire fattori di pericolo.

L'analisi di sicurezza delle strade in esercizio può essere effettuata anche mediante il solo esame visivo delle caratteristiche e dello stato delle opere. Tuttavia sarà tanto più accurata e le raccomandazioni tanto più efficaci quanto più la conoscenza della strada esaminata sarà approfondita. È consigliabile quindi procedere all'analisi di sicurezza dopo aver compiuto un accurato rilievo dello stato di fatto, mirato all'acquisizione delle seguenti informazioni:

- l'infrastruttura: la geometria, la segnaletica, la tipologia della pavimentazione, le sue condizioni e le caratteristiche superficiali, i dispositivi di sicurezza, gli impianti, le condizioni ambientali;
- i dati di traffico: volume e composizione del flusso, velocità operative, conflitti nelle intersezioni, uso delle cinture di sicurezza e del casco;
- i dati relativi agli incidenti verificatisi in un periodo significativo di tempo.

Per le strade già sottoposte a verifica in fase di progettazione, la documentazione necessaria deve comprendere, in ogni caso, i fascicoli relativi ai controlli precedenti, contenenti gli elaborati progettuali, le relazioni specialistiche ed i rapporti finali del gruppo di analisi.

6.3.2 Strade da sottoporre a controllo

In linea generale tutte le strade dovrebbero essere sottoposte con sistematicità ad analisi di sicurezza. Dato che per vincoli economici e tecnici non è possibile eseguirle allo stesso tempo sull'intera rete, è opportuno che ogni Ente Gestore, per la porzione di competenza, rediga uno specifico programma di attuazione,

articolato nel tempo secondo una scala di priorità. Il criterio per determinare dette priorità deve essere tale da consentire, compatibilmente con i fondi disponibili, la maggiore riduzione di incidentalità.

6.3.3 Ruoli del processo di analisi

Le figure coinvolte nella procedura di analisi sono il committente, il progettista ed il gruppo di analisi.

Il committente, che può coincidere con l'Ente Proprietario della strada o con l'Ente Gestore, ha i seguenti compiti:

- scegliere il progettista e verificare che possieda adeguati requisiti di competenza nel settore della sicurezza stradale;
- accertarsi sia dell'indipendenza del gruppo di analisi dal processo di progettazione, sia delle capacità, della preparazione e dell'esperienza dei suoi membri;
- partecipare agli incontri tra i soggetti coinvolti, assistendo il gruppo di analisi nel reperimento della documentazione e discutendo con il progettista le raccomandazioni contenute nel rapporto di analisi;
- analizzare il rapporto di analisi e decidere in merito alle raccomandazioni;
- redigere il rapporto di azioni correttive entro un mese dalla consegna del rapporto di analisi.

Il progettista o il gruppo di progetto deve:

- fornire al gruppo di analisi la documentazione necessaria per il controllo;
- redigere un rapporto con le proprie osservazioni in merito alle raccomandazioni consigliate;
- modificare il progetto per attuare le raccomandazioni accettate dal committente.

Il gruppo di analisi esamina la strada esistente in termini di sicurezza e, dopo aver individuato le circostanze di potenziale pericolo, redige il rapporto contenente le opportune raccomandazioni ed i possibili interventi correttivi.

6.3.4 Fasi dell'analisi e modalità organizzative

La procedura di analisi per le strade in esercizio prevede tre momenti:

- l'analisi preliminare, mirata all'esame della documentazione fornita al gruppo di analisi durante l'incontro iniziale, dalla quale si individuano i siti a maggiore incidentalità e le tipologie di incidente o i fattori di rischio statisticamente significativi;
- l'ispezione del sito: deve essere effettuata sia di giorno che di notte e la strada deve essere percorsa più volte in entrambi i versi di marcia. Nel caso di strade con flusso pedonale apprezzabile, ad esempio in area urbana, occorre percorrere l'itinerario anche a piedi. Un modo per eseguire le ispezioni può essere il seguente:
    - si percorre la strada a velocità normale con luce diurna
        - la persona A (il capogruppo) guida (informando gli altri membri del passaggio per ciascuna progressiva);
        - la persona B filma il percorso con una videocamera;
        - la persona C prende nota sui problemi che riscontra.
    - si percorre la strada una seconda volta, con luce diurna, a bassa velocità
        - la persona B guida (informando gli altri membri del passaggio per ciascuna progressiva);
        - la persona A prende nota sui problemi che riscontra;
        - la persona C filma o fotografa siti specifici lungo il percorso.
    - si discute se occorre un esame dettagliato di qualche sito ed in caso affermativo lo si ispeziona a piedi
        - la persona A esegue fotografie;
        - le persone B e C prendono nota.
    - si percorre la strada una terza volta, di notte, a velocità normale
        - la persona C guida (informando gli altri membri del passaggio per ciascuna progressiva);
        - le persone A e B prendono nota.
- l'analisi delle problematiche e la redazione del rapporto di analisi: il gruppo di analisi discute ciò che è emerso durante l'ispezione del sito e, per ogni problema, valuta le possibili azioni correttive secondo una procedura rappresentata sinteticamente dalle seguenti azioni:
    - analisi dei possibili scenari di incidente, ossia del tipo di incidenti che è probabile si verificheranno in futuro;

- definizione di una lista di problematiche generali che si presentano in misura ricorrente lungo il tracciato. E' opportuno distinguere quelle dipendenti da carenza di manutenzione rispetto a quelle legate alle caratteristiche originarie dell'infrastruttura;
- definizione delle raccomandazioni per la risoluzione/mitigazione delle problematiche generali e dei problemi specifici lungo il tracciato e nelle intersezioni;
- analisi del rischio nello scenario attuale ed in quello conseguente all'implementazione delle raccomandazioni;
- esame delle fotografie e dei filmati, in modo da approfondire l'esame di alcune problematiche e controllare che i problemi rilevati nell'analisi in sito non siano stati poi trascurati in ufficio;
- esame delle liste di controllo per verificare se qualche problema è stato trascurato;
- redazione di un rapporto di analisi provvisorio;
- eventuale ispezione integrativa del sito;
- revisione del rapporto provvisorio;
- redazione del rapporto finale.

6.3.5 Durata delle analisi di sicurezza

La durata media di un'analisi di sicurezza effettuata su un tronco extraurbano di circa 15 km è pari a 4 giorni (5 nel caso in cui si esegua un'ispezione integrativa del sito), così impiegati:

- primo giorno: incontro con il committente ed analisi preliminare;
- secondo giorno: ispezione diurna e notturna del sito;
- terzo giorno: analisi delle problematiche e redazione del rapporto di analisi provvisorio;
- quarto giorno: redazione del rapporto finale e incontro con il committente.

Nel caso di tronchi di estensione superiore a 15 km l'analisi può durare più di 4-5 giorni e può essere opportuno anche un sopraluogo preliminare per redigere un programma temporale delle ispezioni.

In ambito urbano invece la durata delle analisi è piuttosto variabile data la differente complessità delle situazioni di strada e di traffico che possono presentarsi.

6.4 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA STRADALE MEDIANTE MODELLI D'IMPATTO

6.4.1 Introduzione

La frequenza e la gravità degli incidenti stradali dipendono da numerosi fattori tra loro correlati come ad esempio i flussi di traffico, la loro composizione e la velocità media dei mezzi. Diventa quindi fondamentale analizzare la relazione intercorrente tra portata veicolare e frequenza incidentale per identificare in fase di adeguamento o di progetto di un'infrastruttura la presenza di eventuali difetti esistenti o possibili.
A tal fine si possono utilizzare apposite funzioni, chiamate Safety Performance Function, la cui conoscenza è indispensabile per una gestione razionale della sicurezza, per stimare o prevedere la pericolosità di un elemento funzionale o di un'infrastruttura stradale in generale, ed individuare così le più idonee metodologie di intervento.
L'obiettivo è fornire indicazioni sull'applicazione delle Safety Performance Function con particolare attenzione alla scelta dei dati iniziali ed alla stima dei parametri caratteristici.

6.4.2 La valutazione della sicurezza stradale

Per iniziare è fondamentale definire cosa si intende per "sicurezza" di una data "entità viaria" o di un determinato gruppo di utenti (ad esempio i motociclisti MTWs - motorized two-wheelers): la sicurezza di una determinata entità si definisce come il numero di incidenti di un certo tipo che si presume possano avvenire su un determinato tratto di strada, in un certo periodo, per unità di tempo. In questa definizione per "tipo di incidente" si intendono categorie fra loro anche molto differenti come tamponamenti, incidenti isolati, incidenti con feriti, incidenti che coinvolgono motocicli, ecc. Il numero di incidenti "attesi" deve risultare indipendente da tutte le variabili fondamentali e mediato nel lungo periodo.
La locuzione "entità viaria" può significare ad esempio uno specifico tratto di strada o una determinata intersezione, un gruppo di curve aventi la stessa

pendenza o lo stesso raggio o anche gruppi più specifici come l'insieme di tutte le intersezioni semaforizzate o quello degli incidenti mortali che coinvolgono motociclisti.

La sicurezza di ciascun elemento può variare notevolmente nel tempo; è quindi indispensabile specificare sempre il periodo temporale di riferimento. Inoltre, per facilitare lo scambio dei dati, la sicurezza è spesso espressa in termini di frequenza incidentale. Per esempio si può definire il numero di incidenti mortali attesi in un certo tronco nel periodo 2000-2004. Per rendere più confrontabili fra loro i dati spesso si divide il tutto per la lunghezza complessiva del tratto in esame ottenendo così una nuova unità di riferimento: incidenti / (anno x km).

In base a questa definizione quindi la sicurezza di un tratto o di un'intersezione risulta essere un vettore di frequenze incidentali, m_1, m_2, … , m_i, una per ogni tipologia di incidente considerata. Di seguito sarà sufficiente parlare di un generico tipo di incidente, senza specificarlo, o meglio comprendendo in esso tutte le possibili cause, la cui frequenza incidentale attesa sarà m.

L'attenzione, in particolare, sarà rivolta specificatamente ai MTWs perché nella già grave situazione nazionale si evidenzia un particolare rischio per tutti gli utenti motociclisti: con un parco veicoli di circa 5'288'818 mezzi, i motocicli rappresentano appena l'11.4% del parco veicolare nazionale costituito da 35'297'282 di veicoli, ma pagano un prezzo nella mortalità da incidente stradale di oltre il 13% e dell'11,2% fra i feriti (dati ISTAT 2001). Ove si consideri poi la più ridotta percorrenza chilometrica per il fermo invernale, si può constatare che l'incidentalità primaverile ed estiva fra i veicoli motorizzati a due ruote, compresi i ciclomotoristi, nei fine settimana raggiunge percentuali di oltre il 50% della sinistrosità grave totale. Facendo riferimento ai dati dell'ufficio statistico del comune di Bologna nel triennio 2002-2004 la gravità del problema risulta ancora più evidente (

Tabella 72): più della metà degli incidenti con morti e feriti vede coinvolti veicoli a due ruote e gli utenti di motocicli e ciclomotori rappresentano quasi la metà dei feriti ed un terzo dei morti.

Tabella 72: Dati di incidentalità del Comune di Bologna

Anno	2004	2003	2002
Numero incidenti totali	2765	2737	2842
Numero morti totali	32	44	42
Numero feriti totali	3538	3595	3763
Numero incidenti motociclisti (incidenza %)	1490 (54%)	1442 (53%)	1462 (51%)
Numero morti motociclisti (incidenza %)	7 (22%)	15 (34%)	12 (29%)
Numero feriti motociclisti (incidenza %)	1694 (48%)	1673 (47%)	1688 (45%)

Occorre inoltre considerare che qualunque problema riguardante la valutazione della sicurezza stradale non può essere analizzato utilizzando solamente il numero di eventi incidentali, ma deve essere descritto per mezzo di almeno tre grandezze principali:

- il grado di esposizione, proporzionale al tempo trascorso sulla strada dall'utente o dalla categoria di utenti considerati;
- il rischio di incidente, che rappresenta a parità di esposizione se per quel determinato gruppo o insieme considerato è più o meno probabile che avvenga un incidente;
- le conseguenze dell'incidente, relative al fenomeno incidentale quando questo è già avvenuto.

Queste tre grandezze coprono i tre principali campi su cui si può operare per modificare le condizioni di sicurezza. Un cambiamento di una delle tre può modificare l'intera situazione.

Per esemplificare possiamo utilizzare la seguente espressione:

Sicurezza stradale = f (Esposizione • Rischio • Conseguenze)

Per comprendere meglio, in Figura 81 sono riportati sugli assi cartesiani le tre grandezze fondamentali in gioco: in questo caso il volume è proporzionale al numero di feriti o di morti, mentre l'area della faccia laterale è proporzionale al tasso di mortalità.

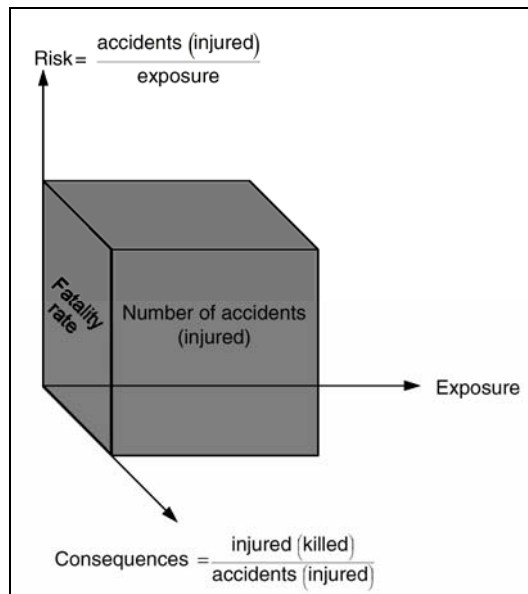



Figura 81: Sicurezza stradale = f (Esposizione • Rischio • Conseguenze)

Usando come indice della sicurezza stradale il numero dei morti risulta:

$$Morti = Esposizione \times \left(\frac{Incidenti}{Esposizione} \right) \times \left(\frac{Morti}{Incidenti} \right)$$

Gli ultimi due fattori sono un indice rispettivamente del tasso di incidentalità e della severità dell'incidente; insieme formano il tasso di mortalità ovvero il numero di morti per unità di esposizione al rischio. Quest'ultimo può essere trasformato in un altro tipo di tasso di mortalità ossia nel coefficiente che esprime il numero di morti rispetto al numero di abitanti mediante una nuova serie di prodotti consistenti nella media di esposizione per ciascun abitante, nel tasso di incidentalità e nel tasso di severità precedentemente definiti:

$$\left(\frac{\text{Morti}}{\text{Abitanti}} \right) = \left(\frac{\text{Esposizione}}{\text{Abitanti}} \right) \times \left(\frac{\text{Incidenti}}{\text{Esposizione}} \right) \times \left(\frac{\text{Morti}}{\text{Incidenti}} \right)$$

La teoria descritta può essere illustrata mediante un grafico a tre dimensioni che rappresenta la situazione della sicurezza del trasporto in Svezia per diverse tipologie di utenti della strada (Figura 82). I dati di incidentalità si riferiscono al numero medio di morti e feriti nel triennio 1990-1992 ed i dati di esposizione al

rischio si riferiscono alla stima del numero medio di km percorsi per ciascun utente e per ciascun modo di trasporto nell'anno 1992.
I volumi sono proporzionali al numero di morti, forniti fra parentesi nel grafico. Le altezze rappresentano il numero totale di feriti per milione di km percorsi, ossia sono un indice del rischio per quel determinato modo di trasporto, mentre la larghezza è proporzionale al grado di esposizione. Infine la profondità rappresenta la possibilità di rimanere uccisi se in qualche modo si rimane feriti in un incidente stradale e quindi rappresenta il numero di morti rispetto a quello totale di feriti (morti inclusi). I motociclisti risultano gli utenti con il maggiore indice di rischio (maggiore altezza) e con il secondo indice di gravità (profondità) dopo i pedoni.

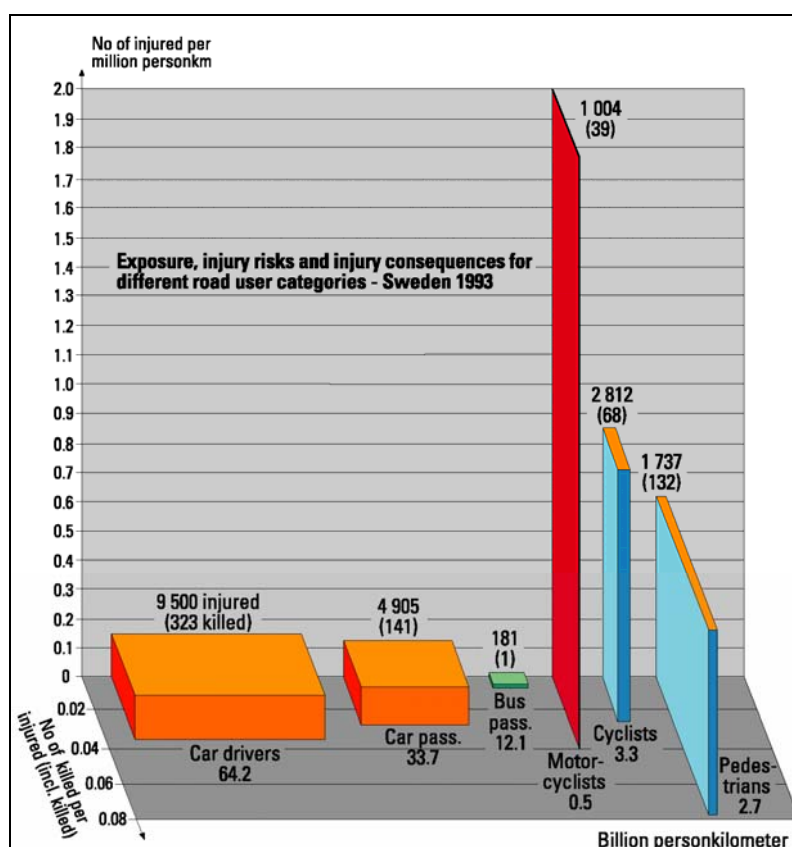



Figura 82: Numero medio annuale di morti per differenti modi di trasporto in Svezia (1990-1992)

6.4.3 Safety Performance Functions

La relazione funzionale che lega la frequenza incidentale (m) alla portata veicolare si definisce "funzione di performance della sicurezza" (Safety Performance

Function) (Figura 83). Per ora il suo andamento non è definito ma si può affermare che in qualche modo esprime come per un certo tratto stradale la frequenza incidentale "attesa" varia al variare del flusso veicolare, considerando costanti tutte le altre condizioni al contorno che influenzano il rischio incidentale.
Il flusso deve essere collegato allo stesso periodo temporale per il quale si è valutata la frequenza incidentale. Ad esempio, se nelle ordinate sono riportati il numero di incidenti mortali con motociclisti avvenuti in un certo tratto nel periodo 2000-2004, allora nelle ascisse occorrerà utilizzare come indicatore del flusso il traffico giornaliero mediato nello stesso periodo di tempo (*AADT - average annual daily traffic*) ossia nei cinque anni.

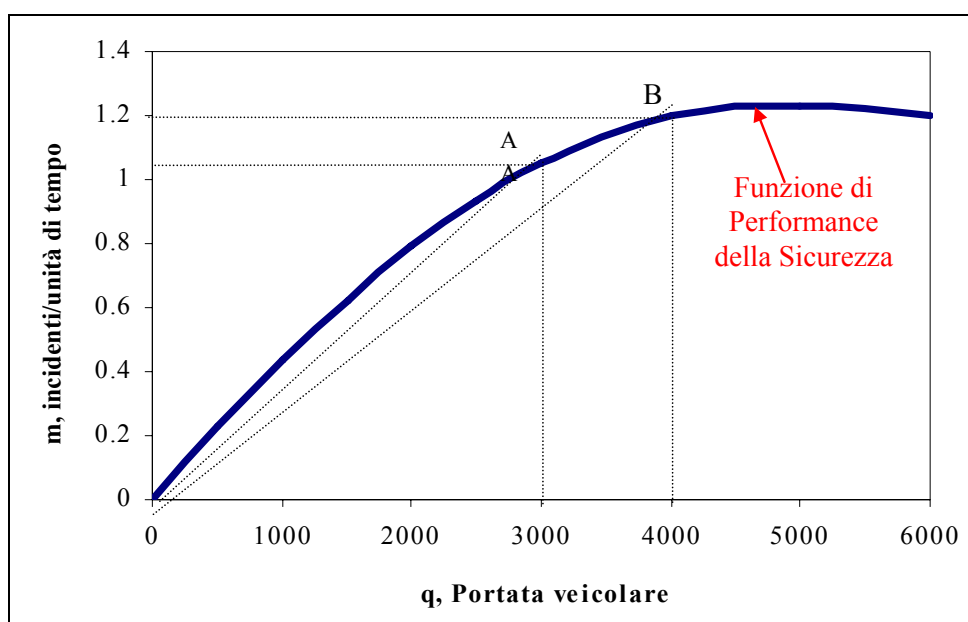



Figura 83: Relazione tra portata veicolare e frequenza incidentale [1]

Naturalmente *m* può essere funzione anche di più flussi. Ad esempio gli scontri frontali possono dipendere dai due flussi che si oppongono; le collisioni fra pedoni e traffico che svolta a sinistra dipendono dal flusso pedonale, dal flusso che procede diritto e dal flusso svoltante a sinistra. La funzione di performance della sicurezza può avere quindi come argomento i flussi più diversi.
Nella pratica è molto comune utilizzare il termine "tasso di incidentalità", il quale è proporzionale alla pendenza del segmento congiungente l'origine ed un punto della funzione di performance.

Pertanto nel punto A di Figura 83, dove il flusso è pari a 3000 veicoli/giorno ed il numero di incidenti atteso per anno è pari a 1.05, il tasso di incidentalità è $\frac{1.05}{3000 \times 365} = 0.96 \times 10^{-6}$ incidenti/veicolo.

Nel punto B invece è pari a $\frac{1.20}{4000 \times 365} = 0.82 \times 10^{-6}$ incidenti/veicolo. Se il tratto stradale esaminato è, ad esempio, lungo 1.7 km gli stessi tassi di incidentalità possono essere riscritti rispettivamente come $\frac{1.05}{3000 \times 365 \times 1.7} = 0.56 \times 10^{-6}$ incidenti/veicolo•km e come $\frac{1.20}{4000 \times 365 \times 1.7} = 0.48 \times 10^{-6}$ incidenti/veicolo•km.

La funzione di performance relativa alla sicurezza di un tratto stradale raramente risulta una retta. Se ciò fosse vero il tasso di incidentalità sarebbe costante e non varierebbe con il flusso veicolare. Come prima conseguenza di questa ipotesi, se si volesse in qualche modo confrontare la sicurezza di due o più tratti che servono differenti flussi, non si potrebbe utilizzare a questo scopo il tasso di incidentalità. L'abitudine assai diffusa di impiegarlo per giudicare la sicurezza relativa fra diverse tratte o per valutare i cambiamenti nella sicurezza della medesima entità è sbagliata e spesso pericolosa. Per illustrare questo concetto supponiamo che il *TGM* (oppure l'*AADT*) sul tratto stradale analizzato in Figura 83 cresca da 3000 "prima della ripavimentazione" a 4000 "dopo la ripavimentazione" e che la frequenza incidentale cresca da 1.05 "prima" a 1.30 "dopo". In corrispondenza di un *TGM* pari a 4000 ci saremmo dovuti attendere, se non ci fosse stato l'intervento di ripavimentazione, una frequenza pari a 1.20 incidenti/anno Essendo 1.30 > 1.20 si può concludere che a seguito dell'intervento di ripristino c'è stato un peggioramento delle condizioni di sicurezza pari a 0.10 incidenti/anno. Ma se andiamo ad analizzare il tasso di incidentalità in rapporto ai veicoli, esso passa da $\frac{1.05}{3000 \times 365} = 0.96 \times 10^{-6}$ incidenti/veicolo "prima" a $\frac{1.30}{4000 \times 365} = 0.89 \times 10^{-6}$ incidenti/veicolo "dopo", il che farebbe supporre erroneamente che ci sia stato un miglioramento.

Per evitare errori di questo tipo la regola migliore e più semplice da seguire consiste nel fare confronti in termini di sicurezza unicamente quando i tratti

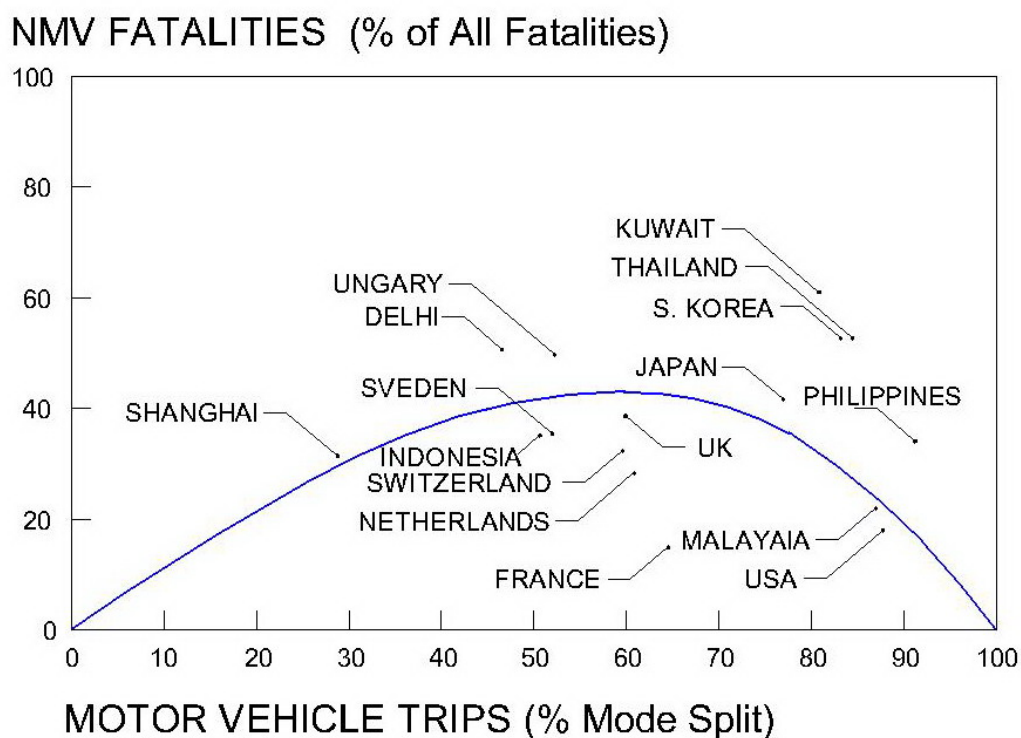
stradali od i periodi temporali sono confrontabili in quanto servono lo stesso volume di traffico. Per effettuare le necessarie conversioni occorre conoscere le funzioni di performance della sicurezza. Solo nel caso in cui tali funzioni risultino lineari si può dividere per il flusso e quindi confrontare fra di loro i tassi di incidentalità. Comunque per riconoscere tali casi particolari occorre definire e quindi in definitiva conoscere l'equazione della funzione di performance e, quando la forma della funzione è conosciuta, il calcolo del tasso di incidentalità risulta superfluo. È quindi senz'altro meglio non utilizzare i tassi di incidentalità ma utilizzare sempre le frequenze incidentali.

Per definire la natura e la forma di queste funzioni si possono fare alcune considerazioni logiche. Appare a tutti ovvio come ci sia senz'altro un qualche collegamento tra flusso di traffico e sicurezza. Prima di tutto senza traffico non ci possono essere incidenti, quindi la funzione di performance deve necessariamente passare per l'origine. Inoltre le tre caratteristiche principali del flusso di veicoli fra loro correlate – portata, densità e velocità – influiscono complessivamente sui tre aspetti che compongono la sicurezza stradale – la frequenza delle occasioni in seguito alle quali può avvenire un incidente, la probabilità che possa verificarsi un incidente data un'occasione e la gravità delle conseguenze una volta avvenuto l'incidente. Tuttavia, se esiste questa relazione di causa-effetto, essa deve necessariamente collegare gli eventi incidentali e le caratteristiche del traffico veicolare che si verificano in quel determinato periodo temporale. Ci si potrebbe, infatti, chiedere se esiste ancora una funzione significativa fra gli incidenti ed il flusso veicolare quando quest'ultimo è mediato, ad esempio, rispetto ad un anno.

Se la consuetudine di correlare i vari *TGM* (*AADT*) mediati con gli incidenti lungo un anno in qualche modo distorce o rende poco credibile la funzione di performance, non è ancora del tutto chiaro. In uno studio americano si prendono in esame tre diversi modelli partendo dagli stessi dati incidentali ed utilizzando flussi calcolati su tre diversi periodi temporali: 15 minuti, 1 ora e 7 ore. I tre modelli che si ottengono differiscono fra loro ma di poco.

Le relazioni tra flusso, velocità ed incidenti diventano più complesse e richiedono un maggiore livello di dettaglio nel caso si analizzino flussi eterogenei composti da veicoli pesanti, veicoli leggeri, motocicli, ciclomotori, biciclette e pedoni. L'eterogeneità del flusso veicolare ha delle dirette conseguenze sulla sicurezza stradale in generale ed in particolare sul numero degli incidenti mortali. Il Grafico

50 illustra la relazione intercorrente fra la percentuale di morti di utenti non motorizzati (pedoni e ciclisti) (*NMV non-motorized vehicles fatalities*) e la percentuale modale (*MV motorized vehicles trips*), per diverse località.

Grafico 50 - Grado di omogeneità del traffico – incidenti mortali

Teoricamente se non ci fossero veicoli a motore sulle strade non ci sarebbero morti tra pedoni e ciclisti e dall'altro estremo se il 100% degli spostamenti fosse su veicoli a motore non ci sarebbero morti fra le utenze deboli.

La presenza di veicoli non motorizzati (con conseguente disomogeneità del flusso) determina inoltre una certa riduzione delle velocità medie praticate. Rilievi effettuati nella città di Delhi hanno permesso di evidenziare una riduzione della differenza di velocità tra veicoli non motorizzati e motorizzati all'aumentare dell'incidenza di utenze deboli presenti sulla strada. Come conseguenza di questo fatto si evidenzia una riduzione del numero di morti e di feriti. Pertanto in funzione dell'eterogeneità del traffico il numero di morti e di feriti può comunque diminuire pur aumentando il grado di esposizione delle utenze deboli.

Modelli che cercano di stimare il numero di morti, feriti o incidenti che si basano su relazioni di tipo lineare con il flusso o con i km percorsi risultano non

significativi se non vengono accoppiati ad altre variabili indipendenti come la velocità o la composizione dei flussi.

Ormai sulla rete stradale urbana di tutte le nostre città convivono almeno sette categorie di veicoli motorizzati e non: veicoli pesanti, furgoni, bus, automobili, motocicli, ciclomotori, biciclette. Per questo tipo di traffico non è corretto utilizzare il concetto di capacità per singola corsia o carreggiata in quanto il flusso risulta alquanto indisciplinato. I veicoli sono caratterizzati da dimensioni e da caratteristiche dinamiche fortemente eterogenee e condividono il medesimo "spazio strada" disponendosi in vario modo sia in senso longitudinale che trasversale. Nel caso di traffico omogeneo i vari veicoli compongono delle code con un'unica dimensione; nel caso di traffico eterogeneo le code si sviluppano anche in senso trasversale (Figura 84).

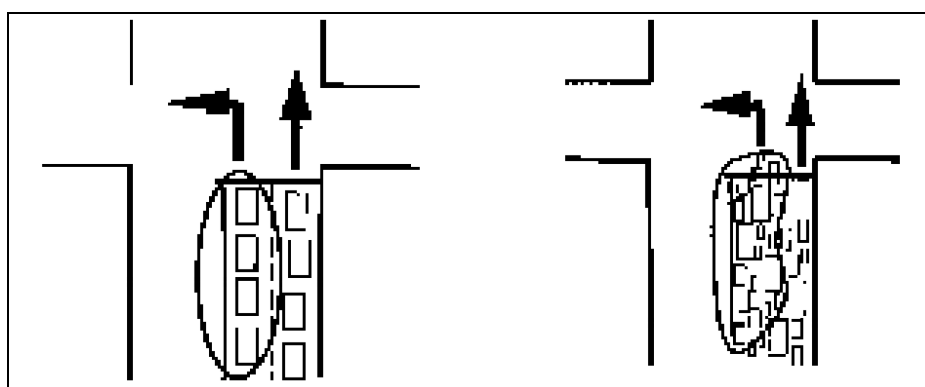



Figura 84: Descrizione delle corsie di canalizzazione per traffico omogeneo ed eterogeneo

Il concetto di "car following" non è più utilizzabile nel caso di traffico eterogeneo, in quanto non è più possibile individuare in modo univoco il veicolo che segue da quello che precede (Figura 85). Le diverse tipologie di veicoli possono circolare affiancate o leggermente sfalsate.

Figura 85: “car following” per traffico omogeneo ed eterogeneo

Anche il concetto di cambiamento di corsia ed i modelli classici relativi alla manovra di sorpasso perdono di significato (Figura 86). Il traffico indisciplinato sempre più tipico dei nostri centri urbani è anche intrinsecamente dovuto alle caratteristiche fortemente differenti dal punto di vista geometrico e cinematico delle diverse categorie di veicoli.

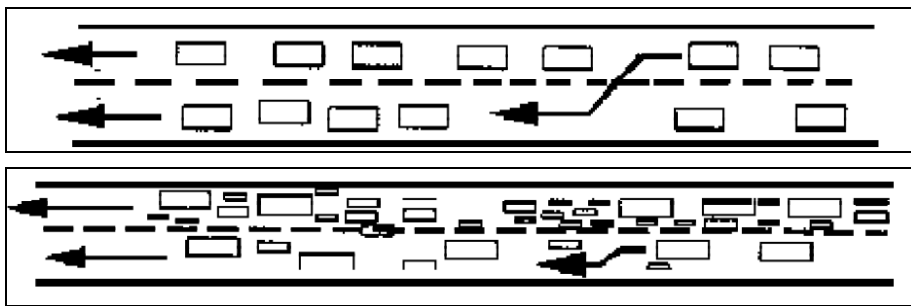



Figura 86: Manovra di cambio di corsia

6.4.4 Definizione di un modello di impatto

Gli studi empirici sulla correlazione tra flussi di traffico e dati di incidentalità raramente utilizzano sperimentazioni mirate, cioè ricercano la funzione che meglio approssima i dati storici ed utilizzano metodi statistici per stimare i parametri necessari alla sua definizione. Di seguito si analizzano le metodologie di studio, i modelli generalmente considerati, le funzioni utilizzate e le modalità di stima dei parametri caratteristici.

6.4.5 Metodologie di studio

I dati di partenza per ogni tipo di indagine sperimentale sono gli incidenti e la stima dei volumi di traffico. Una coppia ordinata di numeri comprendente una

frequenza incidentale per un certo periodo di tempo e la stima della portata veicolare per il medesimo lasso temporale rappresenta un punto del grafico in Figura 83. Per esaminare il rapporto intercorrente tra portata e frequenza incidentale occorre quindi il maggior numero di punti possibili relativi ad una vasta gamma di flussi. A tal fine risulta di notevole aiuto il Catasto delle Strade, il quale costituisce un database completo ed aggiornato da cui trarre i dati di input.
Le metodologie di studio possono essere suddivise in due tipologie: il modo più comune per ottenere i dati necessari alla taratura di un modello per un intervallo di portate abbastanza ampio è quello di scegliere diversi tratti stradali o intersezioni simili fra di loro, eccetto che per i flussi che servono. Si potrebbe definire questo caso “a sezione variabile”: il numero di eventi incidentali non dipende unicamente dalle portate ma è influenzato da molti altri parametri collegati sia al traffico sia all’ambiente circostante. Per esempio le infrastrutture che sopportano flussi maggiori generalmente sono costruite e mantenute in esercizio con standard migliori. Ciò introduce un errore sistematico che nasce dalle modalità con cui sono rilevati i dati. Assumendo, infatti, che una strada costruita e mantenuta per più alti livelli di servizio sia anche più sicura, allora le frequenze incidentali su strade con portate elevate saranno generalmente più basse rispetto a come sarebbero se le infrastrutture fossero costruite e gestite tutte con le medesime procedure. Pertanto negli studi “a sezione variabile” è difficile separare ciò che è dovuto al flusso vero e proprio da ciò che è legato a tutti quei fattori che in qualche modo dipendono dal flusso stesso. Ci si potrebbe in definitiva chiedere se i modelli di impatto che si basano su questo tipo di dati sperimentali siano in effetti in grado di prevedere come potrebbe cambiare la sicurezza di un determinato tratto al variare delle portate veicolari.
Meno frequenti sono gli studi che cercano di correlare flussi differenti sullo stesso tratto stradale o intersezione alle corrispondenti frequenze incidentali. Si potrebbe definire questa seconda metodologia “a sezione costante”. In questo caso si rileva il flusso prevalente al momento dell’incidente e si determina la frequenza delle portate nel periodo di tempo oggetto dello studio. Il numero di incidenti per un certo gruppo di portate diviso il numero di ore nel quale tale flusso viene rilevato permette di determinare la frequenza incidentale Questo diverso approccio può risolvere alcuni dei problemi descritti per la precedente metodologia, ma purtroppo presenta anch’esso alcuni difetti. Se i dati sperimentali di partenza sono

rappresentati dai traffici giornalieri medi (*AADT* o *TGM*) e dal numero di incidenti complessivo in un anno su un periodo di più anni, il campo di variabilità degli *AADT* è in genere troppo limitato per poter ottenere modelli significativi. Inoltre, essendo l'analisi in genere svolta su un lungo periodo temporale, molti dei fattori che influenzano la frequenza incidentale, come ad esempio le abitudini dei guidatori, il parco veicolare, le condizioni meteorologiche, possono cambiare. Risulta pertanto ancora una volta difficile stabilire cosa sia dovuto a cambiamenti nelle portate o agli altri numerosi fattori che possono altresì essere cambiati.
Se i dati di partenza sono invece rappresentati dai flussi di traffico e dal numero di incidenti relativi ad un giorno sorgono difficoltà diverse: ad esempio il numero degli incidenti (su una determinata strada e quando il flusso di traffico è compreso in uno specifico intervallo) è necessariamente contenuto. Inoltre le portate più basse si riscontrano generalmente durante la notte e non possono essere utilizzate per valutare le funzioni di performance della sicurezza per un'intera giornata. Infine i guidatori delle ore di punta sono usualmente più prudenti e quindi adottano una guida più sicura la mattina quando vanno al lavoro rispetto al pomeriggio sulla via di ritorno verso casa, mentre gli altri guidatori a loro volta si comportano in maniera differente.

6.4.6 Modelli di impatto per i motociclisti

Utili indicazioni per la costruzione dei primi modelli di impatto per i motociclisti possono essere ricavate da due memorie riportate in bibliografia [ ] [ ]. Nella prima Quddus analizza circa 27.500 incidenti che sono accaduti nell'arco di 8 anni nella città di Singapore e che hanno visto il coinvolgimento di motocicli e ciclomotori. Delle 32 variabili impiegate per spiegare il fenomeno incidentale 10 sono risultate statisticamente significative. Tra i parametri che hanno un'influenza "negativa" sulla frequenza incidentale possiamo elencare: il TGM, il flusso che svolta a destra nelle intersezioni, il numero delle fasi nella temporizzazione semaforica, la dimensione della banchina spartitraffico. La sicurezza invece aumenta all'aumentare della distanza di visibilità della zona di arresto, della distanza dall'intersezione delle fermate del servizio di trasporto pubblico, della presenza di corsie di canalizzazione per la svolta a sinistra, di corsie di accelerazione per l'immissione e delle telecamere di sorveglianza.

Il secondo studio neozelandese [34] analizza la sicurezza delle intersezioni a rotatoria con riferimento alle utenze deboli compresi i motociclisti. L'analisi della banca dati incidentale ha evidenziato i seguenti risultati:

- i ciclisti sono gli utenti maggiormente a rischio;
- i motociclisti sono coinvolti nel 10% di tutti gli incidenti con feriti, tale percentuale è sproporzionata in rapporto alla percentuale dei veicoli entranti;
- i ciclisti ed i motociclisti sono coinvolti nel 64% degli incidenti che vedono l'urto di veicoli entranti in rotatoria con quelli che già stanno percorrendo l'anello.

6.4.7 Conclusioni

Nel presente capitolo sono stati descritti alcuni modelli di impatto della sicurezza stradale con particolare attenzione ai motociclisti. Le indicazioni ottenute non permettono di risolvere ancora con un unico modello o con un'unica equazione tutto ciò che attiene la complessa dinamica del fenomeno incidentale ma vogliono essere un primo tentativo di costruzione di funzioni di performance o di funzioni di prestazione per la sicurezza valide per la situazione italiana.

Spesso durante la fase decisionale o operativa si afferma: "questo tipo di infrastruttura è più sicura per i motociclisti", "questo tipo di intervento è più utile ai fini della sicurezza delle utenze deboli", ma assai raramente queste affermazioni sono accompagnate da una quantificazione dei vantaggi.

Le funzioni di performance precedentemente descritte rappresentano un primo tassello per cercare di definire "quanto" un intervento o un'infrastruttura aumenti la sicurezza per motociclisti ed altre utenze deboli.

I riferimenti descritti rappresentano il primo passo per ulteriori e più approfondite analisi. Sono infatti ancora tutte da valutare le connessioni dell'incidentalità con le velocità di percorrenza, con la loro distribuzione e con il tipo di parametro utilizzato per rappresentare le portate.

7 CICLO DI VITA

“Ampliando lo sguardo” verso l’intero ciclo di vita del motociclo, la sicurezza dei motociclisti può essere inserita nel quadro generale di gestione ambientale del mezzo di trasporto come un “agente impattante” (seppur brutto come termine dal punto di vista umano)

In questa sede faremo solo un breve excursus con una breve analisi degli altri impattanti con particolare impronta ecologica.

7.1 LCA

7.1.1 Life Cycle Assessment

La costante crescita di sensibilità dell'opinione pubblica nei confronti della salvaguardia dell'ambiente ha spinto, negli ultimi decenni, anche il sistema economico a prendere coscienza dell'importanza di una gestione sostenibile delle proprie attività.
Di conseguenza l'UNI[49] ha incrementato, in particolare dall'inizio degli anni novanta, l'attività normativa in campo ambientale, sia a livello nazionale sia nella partecipazione a livello europeo (CEN[50]) ed internazionale (ISO[51]).
I principali settori di attività dell'UNI in campo ambientale si possono così riassumere:
- sistemi di gestione ambientale;
- valutazione del ciclo di vita dei prodotti, etichette e dichiarazioni ambientali di prodotto;
- qualità dell'aria, dell'acqua, dei suoli;
- caratterizzazione e gestione dei rifiuti;
- rumore;
- impianti di trattamento delle acque reflue, degli effluenti gassosi;
- impianti di incenerimento rifiuti;
- studi di impatto ambientale.

Le tematiche ambientali di maggiore interesse per il mercato sono quelle relative alla gestione ambientale "integrata", ovvero al rapporto tra le aziende, produttive e di servizio, e l'ambiente non più esclusivamente in relazione all'inquinamento dei singoli comparti (emissioni gassose, produzione rifiuti, ecc.) ma attuando una politica ambientale che tenga conto, globalmente, di tutti gli aspetti ambientali e che non si limiti invece al mero trasferimento di impatti ambientali da un comparto all'altro.

---

[49] UNI Ente Nazionale Italiano di Unificazione.
[50] CEN Comitato Europeo per la Normalizzazione.
[51] ISO International Standards Organization: organizzazione internazionale per la standardizzazione

Questi nuovi orientamenti trovano ampia attuazione nella diffusione crescente dei Sistemi di Gestione Ambientale secondo la norma internazionale ISO 14001 e il Regolamento europeo EMAS e nel sempre più vivo interesse per politiche di prodotto di tipo integrato, definite nel libro verde della Commissione europea sull'IPP (Integrated Product Policy), che si basano su valutazioni relative all'intera vita del prodotto "dalla culla alla tomba" (norme ISO 14040 sulla LCA – Life Cycle Assessment) e si concretizzano nella definizione dei criteri per l'utilizzo di etichette di prodotto, con l'obiettivo di affermarne la sostenibilità ambientale (dalle norme ISO 14020 al Regolamento europeo Ecolabel[52] ai recenti studi sulle dichiarazioni ambientali di prodotto).

7.1.2 Storia e filosofia del LCA

La prima definizione ufficiale di LCA da parte della SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry[53]) risale al 1990; secondo tale definizione è un: "*Procedimento oggettivo di valutazione dei carichi energetici ed ambientali relativi ad un prodotto, processo o attività, effettuato attraverso l'identificazione e la quantificazione dell'energia, dei materiali usati e dei residui rilasciati nell'ambiente. La valutazione include l'intero ciclo di vita del prodotto, processo o attività, comprendendo l'estrazione e il trattamento delle materie prime, la fabbricazione, il trasporto, la distribuzione, l'uso, il riuso, il riciclo e lo smaltimento finale*".

Lo scopo è quello quindi di valutare gli impatti legati non più solo all'utilizzo, ma anche a tutti i processi che lo precedono e lo seguono.

Più recentemente l'International Organization for Standardization (ISO), tramite la normativa 14040, ha fornito un'altra definizione: un LCA è "*la redazione e la valutazione degli ingressi e delle uscite e degli impatti potenziali sull'ambiente di un sistema produttivo*".

---

[52] **Marchio ecologico**, detto anche **etichetta ecologica**, è un sistema di etichettatura volontario per prodotti al consumo che garantisce che il prodotto che lo espone sia progettato per limitare al minimo il proprio impatto ambientale in tutto il suo ciclo di vita: dalla produzione allo smaltimento in un'ottica di sostenibilità.

[53] Società di Chimica Ambientale e Tossicologia no-profit, opera in tutto il mondo professionale, con la missione di sostenere lo sviluppo di principi e pratiche per la tutela, la valorizzazione e la gestione sostenibile di qualità ambientale e integrità dell'ecosistema.

La norma parla di impatti potenziali perché un LCA, al contrario di Valutazioni di Impatto Ambientale e di Risk Assessment[54], non indaga i reali effetti sui recettori finali.
A questo proposito è importante sottolineare che un LCA costituisce uno strumento di supporto alle decisioni, non rappresenta la decisione finale ma aiuta a fornire informazioni tecniche a carattere ambientale utili nella fase di decision making[55] di aziende e di organismi governativi**.** Esso non si sostituisce, cioè, al decisore ma lo mette in grado di operare le scelte con una maggiore consapevolezza. La decisione finale dipenderà, evidentemente, anche da altri fattori (economici, sociali, culturali…) al di fuori della portata di un LCA.

7.1.3 Quadro Normativo LCA

Il quadro normativo attuale riguardo alla valutazione del ciclo di vita di un prodotto:
UNI EN ISO 14040:2006
Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Principi e quadro di riferimento.
UNI EN ISO 14044:2006
Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Requisiti e linee guida.
(Aggiornate per migliorarne la leggibilità ma inalterate nei requisiti e nei contenuti tecnici, le 14040:2006 e 14044:2006 sostituiscono le precedenti edizioni UNI EN ISO 14040:1998, UNI EN ISO 14041:1999, UNI EN ISO 14042:2001 ed UNI EN ISO 14043:2001)
La UNI EN ISO 14040 è la norma principale della serie in quanto specifica la struttura dello studio di LCA, i principi e i requisiti per condurre lo studio e per poi diffonderlo, mentre la definizione dell'obiettivo dello studio di LCA e dei suoi confini è trattata, insieme alla successiva fase di analisi dell'inventario dei flussi in entrata ed in uscita dal sistema, nella UNI EN ISO 14044. E' in questa fase che prende forma lo studio di LCA, andando innanzitutto ad individuare la ragione per

---

[54] Valutazione e Stima del Rischio: analisi approfondita che individua analiticamente le aree e gli aspetti di maggiore criticità, le aree di vulnerabilità e di non conformità agli standard di sicurezza del sistema informativo, analizzando l'adeguatezza del piano di sicurezza, delle difese perimetrali e della sicurezza applicativa.
[55] Processo decisionale

la quale si effettua lo studio, identificando poi il sistema attorno al quale costruire lo studio, con le opportune limitazioni, e tutti i dati utili alla compilazione dell'inventario dei flussi, prendendo in considerazione tutti i processi che caratterizzano il sistema. Successivamente tratta la valutazione degli impatti associati ai flussi dell'inventario della fase precedente. In questa fase si studia la significatività degli impatti ambientali del prodotto, costruendo così un modello basato su indicatori di categoria rappresentativi degli impatti legati alle emissioni (flussi in uscita) oppure all'utilizzo delle risorse naturali (flussi in ingresso). La conclusione del processo è la fase di interpretazione dei risultati, in cui si quantificano gli impatti permettendo dunque eventuali studi comparativi per valutare la maggiore sostenibilità ambientale di un prodotto rispetto ad un altro, o di un rinnovato ciclo produttivo rispetto al ciclo precedente. E' la fase in cui la valutazione del ciclo di vita conduce a risultati misurabili che possono essere di supporto al processo decisionale, soprattutto se utilizzati in combinazione alle opportune valutazioni tecnico-economiche.

ISO/TR 14047:2003

Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Esempi di applicazione della ISO 14042

ISO/TS 14048: 2002

Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Formato della documentazione dei dati

ISO/TR 14049: 2000

Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Esempi di applicazione della ISO 14041 per la definizione dell'obiettivo e campo di applicazione e l'analisi dell'inventario

ISO/TR 14062

Gestione ambientale - Integrazione degli aspetti ambientali nella progettazione e nello sviluppo del prodotto.

7.1.4 Struttura LCA

La struttura di uno studio di LCA, così come proposto dalla normativa ISO 14040, si articola in quattro fasi principali:

1. Definizione dell'obiettivo e finalità
2. Analisi di inventario
3. Valutazione degli impatti.
4. Interpretazione.

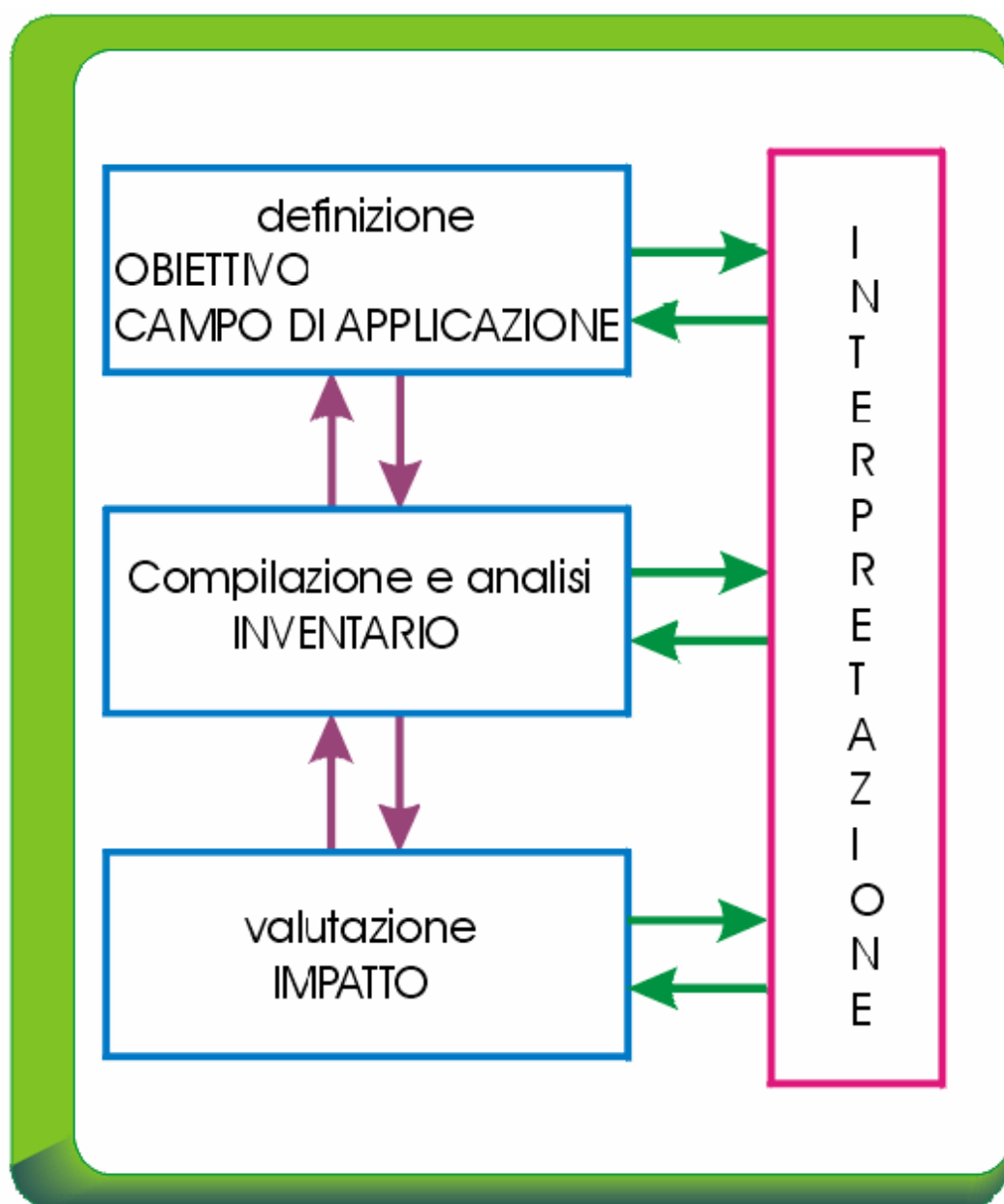



Figura 87: Struttura di un LCA

Ciclo di Vita
PRODOTTO
Azienda che lo trasporta/distr ibuisce
Consumatore che lo utilizza e getta
Industria che lo realizza
Trasportatore che lo raccoglie
Prelievo delle materie prime / estrazione combustibili
Impianto che lo recupera / smaltisce
AMBIENTE

Caratteristiche dei processi
EMISSIONI e RIFIUTI
Dim. Verticale
Processo
Processo
Processo
RISORSE (Energia, materie prime)
Dim. Orizzontale

7.2 OBIETTIVI E FINALITÀ

Nel confronto con le autovetture si vuol dimostrare che tutti gli agenti impattanti, sono a favore del motociclo, anche quelli meno evidenti e che anzi vengono quasi sempre dichiarati a sfavore dei mezzi a due ruote soprattutto nelle grandi città, quando si parla di inquinamento atmosferico, normative euro 1 – 2 – 3 – 4, qualità dell'aria, chiusura del traffico, tranne l'Incidentalità che, come abbiamo visto nei capitoli precedenti, è a netto svantaggio dei motocicli rispetto alle autovetture.

7.3 ANALISI DI INVENTARIO

Non si farà un vero e proprio inventario delle materie prime necessarie per la costruzione di un motociclo perché risulta evidente, data la mole e il volume nettamente inferiori a quelli di un'autovettura (per non parlare dei SUV o dei Fuoristrada) che il bilancio è a favore dei mezzi a due ruote.

In ogni modo, il risultato del bilancio è valido per l'intero ciclo di vita, basti considerare l'inquinamento:

- nella fabbrica dove avviene il processo produttivo del mezzo e dei componenti
- durante il trasporto dei mezzi ai punti di distribuzione
- manutenzione di un maggior numero e maggiori dimensioni di componenti
- stoccaggio e deposito nelle concessionarie anche durante la vendita da un proprietario all'altro
- nella rottamazione alla fine del ciclo di vita

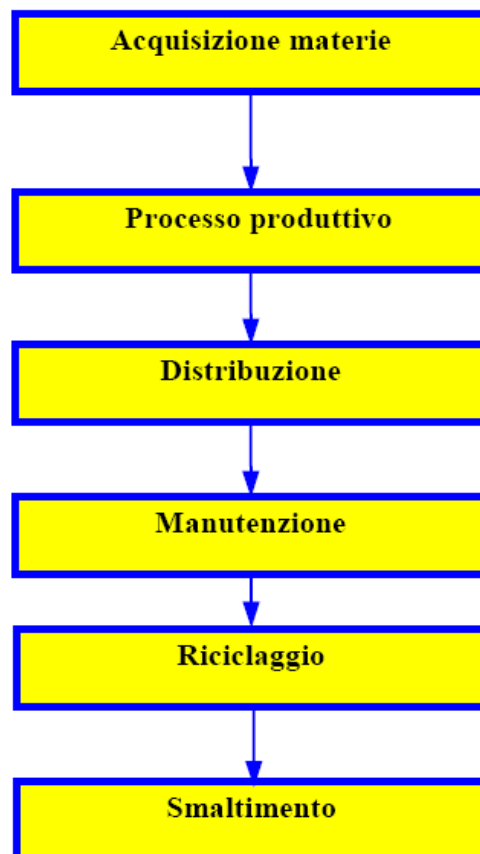



Figura 88: Schema delle fasi della vita di un prodotto

7.4 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI

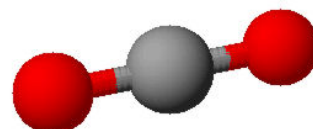
7.4.1 Inquinamento atmosferico: effetto serra

I gas ad effetto serra sono pericolosi per il sistema climatico perché responsabili del riscaldamento del Pianeta (nel corso dell'ultimo secolo la temperatura è aumentata di circa 0.5 gradi centigradi, mentre il livello medio degli oceani è cresciuto tra 10 e 20 cm) e lo strumento più importante per combattere i cambiamenti climatici è il Protocollo di Kyoto.
Il Protocollo, firmato entro il 16 marzo 1998 da gran parte dei paesi industrializzati, contiene l'impegno a ridurre di almeno il 5%, rispetto ai livelli del 1990, le loro emissioni di alcuni gas ad effetto serra, per il periodo 2008–2012.

I principali **Gas ad effetto serra** sono:

- Biossido di carbonio (CO_2)
- Metano (CH_4)
- Ossido di azoto (N_2O)
- Idrofluorocarburi (HFC)
- Perfluorocarburi (PFC)
- Esafluoruro di zolfo (SF_6)

L'Unione europea ha ratificato il protocollo di Kyoto il 31 maggio 2002. Il protocollo è entrato in vigore il 16 febbraio 2005, dopo la ratifica della Russia. Vari paesi industrializzati non hanno voluto ratificare il protocollo, tra cui gli Stati Uniti e l'Australia.

Per far fronte a tale problematica, l'Unione Europea ha messo a punto una strategia comunitaria per la riduzione delle emissioni di Biossido o Diossido di Carbonio (meglio conosciuto come Anidride Carbonica) nel settore dei trasporti, mediante il risparmio di carburante delle autovetture.

Nella primavera del 2005, il Parlamento europeo e il Consiglio europeo hanno riaffermato l'obiettivo dell'UE di limitare l'aumento della temperatura su scala

mondiale a non più di 2°C rispetto ai livelli dell'epoca preindustriale, al fine di evitare cambiamenti climatici di origine antropica pericolosi e irreversibili. Il Consiglio europeo ha anche dichiarato che occorre prevedere un andamento di riduzione delle emissioni dei gas serra dell'ordine del 15-30% entro il 2020 rispetto al valore di riferimento indicato nel protocollo di Kyoto.
Se da un lato l'UE ha ridotto le proprie emissioni di gas serra di quasi il 5% nel periodo 1990-2004, dall'altro il settore dei trasporti su strada è uno dei pochi in cui le emissioni continuano ad aumentare (+26% nello stesso periodo): tale incremento ostacola il raggiungimento dell'obiettivo di Kyoto dell'UE e mette a rischio i risultati ottenuti in altri settori

Conseguenze di uno status quo

Come la Commissione aveva proposto nel 1995, sostenuta dal Parlamento europeo e dal Consiglio, l'attuale strategia dell'UE si basa su accordi volontari dell'industria automobilistica finalizzati a ridurre le emissioni di CO_2, sull'informazione degli acquirenti delle automobili riguardo ai consumi di carburante e sulla promozione, attraverso misure fiscali, delle autovetture a minor consumo. Rispetto alla media di **186 g CO_2/km** emessi nell'UE-15 nel 1995, le emissioni delle auto nuove all'interno dell'UE-25 nel 2004 erano mediamente scese a **162 g CO_2/km**. L'esperienza acquisita finora con l'attuazione dell'attuale strategia consente di mettere in evidenza gli elementi elencati qui di seguito:

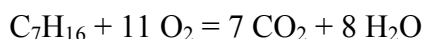
- Le emissioni prodotte da un'automobile media nuova nell'UE-15 nel 2004 erano inferiori del 12,4% rispetto alla media del 1995. Nello stesso periodo nell'UE sono state vendute auto nuove molto più grandi e potenti , mentre i prezzi sono aumentati meno dell'inflazione.
- Viste le misure ridotte che gli Stati membri hanno adottato a livello di domanda, la maggior parte delle riduzione è il risultato dell'evoluzione della tecnologia automobilistica .

I risultati ottenuti finora vanno nella direzione auspicata, cioè l'emissione di **140 g CO_2/km** nel 2008-2009, ma in assenza di altri interventi non sarà possibile conseguire l'obiettivo fissato dall'UE per il 2012, pari a **120 g CO_2 /km** .

Per tradurre questi valori in termini più leggibili, consideriamo le reazioni di combustione dei carburanti per autotrazione.

BENZINA

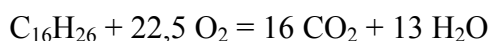
Essendo la benzina una miscela di idrocarburi leggeri (esano C_6H_{14}, eptano C_7H_{16}, ottano C_8H_{18}, ecc.) per semplicità ne consideriamo solo uno perché l'errore è trascurabile

$$C_7H_{16} + 11\ O_2 = 7\ CO_2 + 8\ H_2O$$

quindi 1 mole[56] di benzina produce 7 moli di anidride carbonica, essendo una mole di "benzina" (eptano) pari a 100 grammi [12g • 7 + 1g • 16 = 100g], e 1 mole di anidride carbonica 44g [12g + 16g • 2 = 44g], consegue che **1g di benzina produce 3,08 g di CO_2** [44g • 7 moli / 100g]

Più comunemente, introducendo la densità della benzina che a 15°C varia tra 720-770 g/litro, si ottiene che **1 litro di benzina produce 2,37 kg di CO_2**.

GASOLIO

Il gasolio utilizzato per l'alimentazione dei motori a combustione interna ad accensione spontanea, motori diesel, è costituito, per semplicità, da 2 soli idrocarburi, il normal-esadecano conosciuto come cetano ($C_{16}H_{34}$) e il Pentaetilbenzene ($C_{16}H_{26}$).

$$C_{16}H_{26} + 22{,}5\ O_2 = 16\ CO_2 + 13\ H_2O$$

1 mole di Gasolio produce 16 moli di anidride carbonica, essendo una mole di gasolio pari a 218 grammi [12g • 16 + 1g • 26 = 218g], e 1 mole di anidride carbonica 44g, si ottiene che **1g di gasolio produce 3,23 g di CO_2**

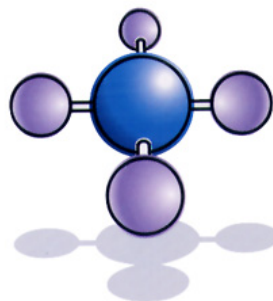
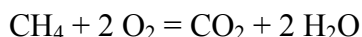
Più comunemente, introducendo la densità del Gasolio che a 15°C varia tra 820-845 g/litro, si ottiene che **1 litro di Gasolio produce 2,65 kg di CO_2**.

---

[56] mole o grammomolecola [mol] è la quantità di sostanza espressa in grammi, che coincide numericamente con la sua massa atomica o molecolare.
es: 1mol $_{Idrogeno}$ = 1 g; 1mol $_{Carbonio}$ = 12 g; 1mol $_{Ossigeno}$ = 16 g.

GAS NATURALE

Il gas naturale è una miscela gassosa composta essenzialmente da idrocarburi, prevalentemente metano (CH_4 il più semplice degli idrocarburi) ed in minore quantità da etano, propano, ed idrocarburi superiori.

$$CH_4 + 2\ O_2 = CO_2 + 2\ H_2O$$

1 mole di Metano produce 1 mole di anidride carbonica,
essendo una mole di metano pari a 16 grammi [12g + 1g • 4 = 16g], e 1 mole di anidride carbonica 44g, si ottiene che **1g di metano produce 2,75 g di CO_2**
Per confrontare il valore con quelli degli altri carburanti, invece di introdurre la densità del Metano che non si trova alla pressione atmosferica ma è "compresso"[57] a 220 bar, consideriamo che <u>1 kg di metano equivale a 1,5 litri di Benzina</u>, si ricava che **1 litro $_{equ.}$ produce 1,83 kg di CO_2.**

In ogni caso, a parità di energia prodotta, il gas naturale produce meno anidride carbonica (mediamente dal 25 al 40%) rispetto ad altri carburanti di origine fossile come la benzina e il gasolio.

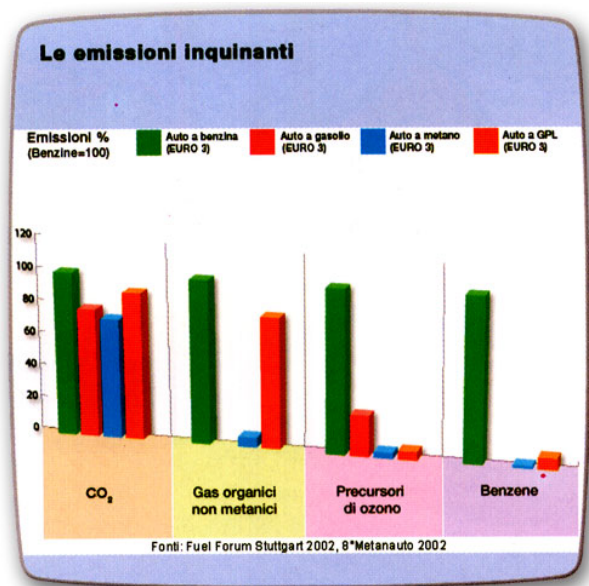



Figura 89: Emissioni inquinanti in funzione del tipo di carburante

---

[57] Metano compresso (CNG - Compressed Natural Gas) alla pressione di erogazione dei distributori 220 bar (217 atm circa) ha una densità di circa **166 kg/m^3 [g/litro]** (1 bombola da 6 litri contiene circa 1 kg di metano a 220 bar) molto differente (circa 230 volte maggiore) dal metano a pressione ambiente (1 atm) di **0,71682 kg/m^3 [g/litro].**

L'emissione di CO_2, dipende inoltre, oltre che dal tipo di alimentazione del veicolo, dal consumo di carburante, che a sua volta è funzione essenzialmente della cilindrata, della massa e della potenza.

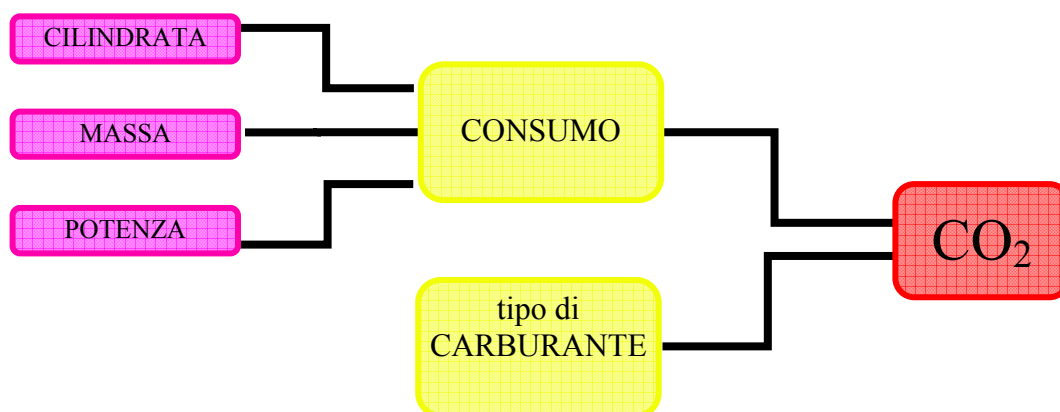



Figura 90: Fattori che influiscono sull'emissione del Biossido di Carbonio

Per comprendere meglio l'obiettivo fissato dall'UE per il 2012, **120 g CO_2 /km**, tradotti in termini di consumi, equivalgono a:

motori a benzina	**20 km/litro**	5 litri/100km
motori Diesel	**22 km/litro**	4,5 litri/100km

I dati sulle emissioni di anidride carbonica effettivi vengono forniti in tutte le schede tecniche dei fabbricanti di automobili, espresse solitamente in grammi di CO_2 prodotta per ogni km di percorso; si riportano qui dei valori relativi a veicoli rappresentativi per confrontare le differenze di emissioni di anidride carbonica al variare dell'alimentazione, della cilindrata, della potenza e della massa.

Tabella 73: emissione di CO_2 per alcuni modelli di autovetture[58]

MARCA	MODELLO	ALIMENTAZIONE	CILINDRATA	POTENZA	MASSA	consumo urbano	consumo misto	emissione CO_2[59]
			cm^3	KW	kg	l/100 km	l/100 km	g/km
FIAT	PUNTO	BENZINA	1242	44	875	7.3	5.7	173
		DIESEL	1242	44	980	5.6	4.5	148
		METANO	1248	44	1025	8.4	6.6[60]	**154**
BMW	330i	BENZINA	2996	190	1450	12.7	8.7	300
	330xi	BENZINA	2996	190	1580	13.9	9.6	329
	325d	DIESEL	2993	145	1525	8.6	6.4	228
	X5	BENZINA	2996	200	2050	14.9	10.9	353
	X5d	DIESEL	2993	173	2105	11.3	8.7	300

Tabella 74: emissione di CO_2 per alcuni modelli di motocicli (e un ciclomotore)[61]

MARCA	MODELLO	CATEGORIA	CILINDRATA	POTENZA	MASSA	consumo urbano	emissione CO_2
			cm^3	KW	kg	km/litro	g/km
APRILIA	SCARABEO	CICLOMOTORE (4T)	50		88	43	55
PIAGGIO	MP3 HyS	SCOOTER IBRIDO	125	11.0	199	60	**40**
HONDA	SH	SCOOTER	150	11.6	127	26.9	88
VESPA	GTV	SCOOTER	250	16,2	148	22.6	105
YAMAHA	T-MAX	MAXI-SCOOTER	500	32.0	203	16.5	144
SUZUKI	GSR	NAKED	600	72.0	183	19.9	119
KAWASAKI	Z 750	NAKED	750	77.7	203	19.3	123
DUCATI	DESMOSEDICI	STRADALE	1000	147.1	171	18.3	130
BMW	R 1200 GS	ENDURO	1200	74	199	15.6	152

Si può notare che a parità delle altre caratteristiche, le emissioni:

- sono maggiori nelle auto a benzina e minori in quelle a metano
- aumentano con la cilindrata (Fiat Punto – BMW 330)
- aumentano con la potenza
- aumentano con la massa (BMW Berlina – BMW SUV)

[58] tratti dalla rivista Quattroruote
[59] calcolata nel ciclo urbano (FIAT Punto benzina 7,3 l/100km • $2{,}37 \cdot 10^3$ g/l = 173 g/km CO_2)
[60] 6,6 litri/100km = 4.4 kg/100km, ovvero 22.7 km con 1 kg di metano
[61] tratti dalla rivista INmoto

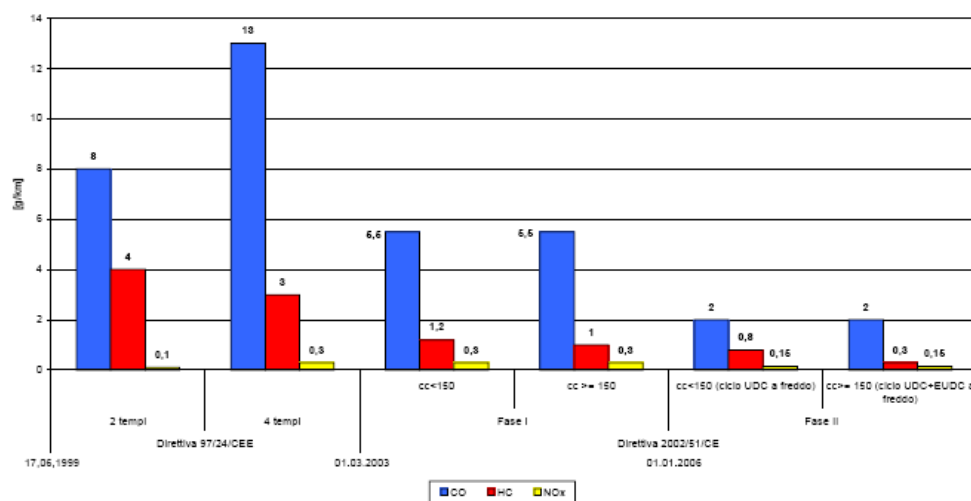
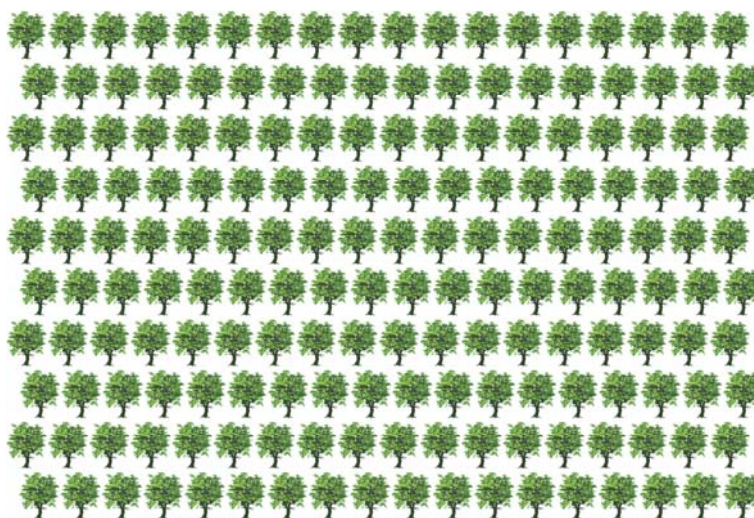



Figura 91: Limiti alle emissioni per i motocicli a due ruote previsti dalla 97/24/CEE e dalla 2002/51/CE.

OSSERVAZIONE:

- un’auto che emette 180 g/km di CO_2, in un anno, percorrendo 10’000 km, produce 1’800 kg di CO_2
- uno scooter che emette 72 g/km di CO_2, percorrendo in città 5’000 km all’anno, produce 360 kg di CO_2
- un albero assorbe in un anno in media 10 kg di CO_2 (molti di più durante i 30 anni della maturità, molti di meno quando è giovane e vecchio)
- servono mediamente 180 alberi per compensare l’inquinamento di un’auto 36 alberi per un motociclo (5 volte maggiore) e solo 25 per un ciclomotore

7.4.2 Inquinamento atmosferico: qualità dell'aria

Oltre alla lotta contro i gas ad effetto serra un obiettivo importante della legislazione ambientale è quello di migliorare la qualità dell'aria: l'inquinamento atmosferico è infatti responsabile di affezioni della salute umana e di danni all'ambiente quali l'acidificazione e l'eutrofizzazione. La politica europea si occupa dei vari tipi di inquinanti e delle fonti di inquinamento; nel 2005 la Commissione ha inoltre proposto una strategia tematica finalizzata a ridurre del 40% entro il 2020, rispetto ai dati del 2000, il numero di decessi collegati all'inquinamento atmosferico.

Gli inquinanti atmosferici da considerare nel quadro della valutazione e della gestione della qualità dell'aria sono:

1. Biossido di zolfo
2. Biossido/ossido di azoto
3. Particelle fini quali la fuliggine (ivi compresi PM_{10} e $PM_{2.5}$)
4. Particelle in sospensione
5. Piombo
6. Ozono

Altri inquinanti atmosferici

7. Benzene
8. Monossido di carbonio
9. Idrocarburi poliaromatici
10. Cadmio
11. Arsenico
12. Nichel
13. Mercurio

CO

Ossido di carbonio: gas tossico, incolore e inodore prodotto dall'incompleta combustione di sostanze fossili. All'interno del catalizzatore viene convertito in anidride carbonica e vapore acqueo. Nel corpo umano si associa all'emoglobina al

posto dell'ossigeno e quindi viene a provocare l'avvelenamento. Praticamente assente nel Diesel, che lavora in eccesso d'aria.

HC

Idrocarburi, prodotti da incompleta combustione, specie nei motori a "ciclo Otto". Fanno parte di questi gas il benzene e il benzopirene, identificati come cancerogeni. Il limite ammesso in volume per gli aromatici era del 40% e dell'1% per il benzene per l'anno 2000 (legge 4/11/97 n. 413); In Italia tali valori sono già legge dal 1/7/98. Nell'aria il ministero dell'ambiente ha fissato una concentrazione massima media annuale di 10 microgrammi/metro cubo.

NOx

Ossidi di azoto, elementi inquinanti emessi dai motori a scoppio ritenuti tra i maggiori responsabili del "buco nell'ozono" e piogge acide. Dipendono essenzialmente dalle alte temperature raggiunte nelle camere di scoppio (circa 2.300 °C) e dalla loro durata, ma non dal carburante, essendo l'azoto e l'ossigeno presenti nell'aria. Per ridurre tali temperature - non c'è formazione di NO_x sotto i 1.800°C - e la loro durata si usano vari sistemi, come l'EGR[62], l'intercooler, l'emulsionatura[63] o il ritardo della fase di iniezione (questo per i Diesel). Esistono anche speciali Marmitte catalitiche.
Il valore limite per la media annuale accettabile nelle misurazioni esterne, per metro cubo d'aria, varia da nazione a nazione: Italia, Francia e Austria adottano il 50 microgrammi.

PM

Il **particolato**, o **pulviscolo atmosferico**, o **polveri sottili**, è composto da tutte quelle particelle solide e liquide disperse nell'atmosfera, che si depositano nella parte bassa, con un diametro che va da pochi nanometri fino ai 500 µm[64]. In particolare il $\mathbf{PM_{10}}$ – particolato formato da particelle inferiori a 10 µm - è una *polvere inalabile*, ovvero in grado di penetrare nel tratto respiratorio superiore

---

[62] Ricircolo dei gas di scarico
[63] Utile presenza di acqua sotto forma di goccioline finissime nel gasolio di alimentazione dei motori Diesel
[64] µm: **micromètro** (detto anche micron) corrisponde a un milionesimo di metro (10^{-6} metri).

(naso e laringe). Il **$PM_{2,5}$** – particolato fine con diametro inferiore a 2,5 µm, è una *polvere toracica*, cioè in grado di penetrare fino ai polmoni. Dagli studi più recenti le più dannose per la salute, perché oltre a penetrare più facilmente nell'apparato respiratorio sono anche più cariche di sostanze cancerogene rispetto al PM_{10}.

Nelle direttive europee 1999/30/EC e 96/62/EC, la Commissione Europea ha fissato i limiti per la concentrazione del PM_{10} nell'aria

Tabella 75: Limiti di concentrazione del PM_{10}

	Fase 1 dal 1 gennaio 2005	Fase 2 (termine indicativo) dal 1 febbraio 2010
Valore massimo per la media annuale	40 µg/m	20 µg/m
Valore massimo giornaliero (24-ore) Numero massimo di superamenti consentiti in un anno.	50 µg/m 35	50 µg/m 7

Il DM 60 del 2 aprile 2002, che accoglie le direttive europee, identifica come limite giornaliero di PM_{10} nelle aree urbane il valore di **50 $\mu g/m^3$** ed è dunque conforme ai parametri indicati nella fase 1 della 96/62/EC.

La serie di norme emanate dall'Unione europea, per regolare le emissioni di gas di scarico delle autovetture sono note con la sigla EURO. I numeri progressivi indicano i vari passaggi di adattamento da parte delle case automobilistiche.

Tabella 76: valori limite[65] in g/km per vetture tipo M (trasporto persone)

DIRETTIVA EUROPEA[66]		recepita con Decreto Ministeriale	VEICOLI categoria M: trasporto persone		monossido di carbonio	idro-carburi	ossidi di Azoto	HC + NO_x	particolato
					CO	HC	NO_x		PM
EURO 1	91/441/CEE	28/12/1991	immatricolati[67] dopo il 1° gennaio 1993	benzina	2.72			0.97	
				diesel	2.72			0.97	0.14
EURO 2	91/542/CEE B	29/02/1996	immatricolati dopo il 1° gennaio 1997	benzina	2.20			0.50	
				diesel	1.00			0.70	0.08
				diesel i.d.	1.00			0.90	0.10
EURO 3	98/69/CE	21/12/1999	fase A: immatricolati dopo il 1° gennaio 2001	benzina	2.30	0.20	0.15		
				diesel	0.64		0.50	0.56	0.05
EURO 4			fase B: immatricolati dopo il 1° gennaio 2006	benzina	1.00	0.10	0.08		
				diesel	0.50		0.25	0.30	0.025
EURO 5	715/2007/CE		fase A: omologati[68] dal 1° settembre 2009 e immatricolati dal 1° gennaio 2011	benzina	1.00	0.10	0.06		0.005
				diesel	0.50		0.18	0.23	0.005
EURO 6			fase B: omologati dal 1° settembre 2014 e immatricolati dal 1° settembre 2015	benzina	1.00	0.10	0.06		0.005
				diesel	0.50		0.08	0.17	0.005

Tabella 77: valori limite in g/km per i Ciclomotori

DIRETTIVA EUROPEA		CICLOMOTORI	monossido di carbonio	idrocarburi + ossidi di Azoto
			CO	HC + NO_x
EURO 1	97/24/CE	fase I: omologati dopo il 17 giugno 1999	6.00	3.00
EURO 2		fase II: omologati dopo il 17 giugno 2002	1.00	1.20
EURO 3		fase III: omologati dopo il 1° gennaio 2006		

---

[65] «valore limite»: livello fissato in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi sulla salute umana e/o sull'ambiente nel suo complesso, che dovrà essere raggiunto entro un dato termine e in seguito non superato;

[66] considerando che l'articolo G del trattato sull'Unione europea ha sostituito i termini "Comunità economica europea" con i termini "Comunità europea"; che occorre pertanto sostituire nelle suddette disposizioni la sigla "CEE" con la sigla "CE";

[67] Immatricolazione: iscrizione, nel registro della Motorizzazione Civile, dei dati di ciascun veicolo, (indirizzo del proprietario, il numero di telaio, i dati tecnici e fiscali del veicolo, rilevabili dal Certificato di conformità) riconosciuto idoneo alla circolazione.

[68] Il *numero di omologazione* o *codice di omologazione* è un vero e proprio codice alfanumerico che caratterizza ogni tipo di veicolo ed individua univocamente i dati tecnici (tipo di motore, tipo di carrozzeria, numero di posti, dimensioni caratteristiche, ecc.) che vengono annotati nel documento di circolazione. Il costruttore del veicolo rilascia all'acquirente il certificato di conformità comunitario in luogo della dichiarazione di conformità.

Tabella 78; valori limite in g/km per Motocicli

DIRETTIVA EUROPEA		MOTOCICLI		monossido di carbonio	idrocarburi	ossidi di Azoto
				CO	HC	NO_x
EURO 1	97/24/CE	fase I: omologati dopo il 17 giugno 1999	4 tempi	13.00	3.00	0.30
			2 tempi	8.00	4.00	0.10
EURO 2	97/24/CE fase II 2002/51/CE A	fase A: immatricolati dal 1° gennaio 2003	< 150 cc	5.50	1.20	0.30
			> 150 cc	5.50	1.00	0.30
EURO 3	2002/51/CE B 2006/120/CE	fase B: immatricolati dal 1° gennaio 2006	< 150 cc	2.00	0.80	0.15
			> 150 cc	2.00	0.30	0.15

Tali quantità di sostanze inquinanti sono espresse in grammi al kilometro [g/km], ma essendo misurate al banco dinamometrico (con modalità espresse dalle stesse direttive) non sono appropriate per confrontare veicoli di categorie diverse. Infatti le autovetture e i veicoli a due ruote hanno tempi di percorrenza diversi su strada, perché dipendenti non solo dalla distanza ma anche, e soprattutto nei centri abitati, dalla circolazione (intensità del traffico, intersezioni, impianti semaforici).

Facendo un confronto empirico nella città di Bologna sul percorso dall'abitazione al luogo di studio che misura **4 km**, (andando da un quartiere all'altro attraversando il centro), e utilizzando i dati delle tabelle, si ottengono le seguenti quantità totali di emissioni inquinanti:

per un'auto a benzina EURO 4 (di qualsiasi cilindrata e massa)

- 4.00g di CO
- 0.40 g di HC
- 0.32 g di NO_x

per uno scooter 250 cc EURO 3

- 8.00 g di CO — il doppio
- 1.20 g di HC — il triplo
- 0.60 g di NO_x — circa il doppio

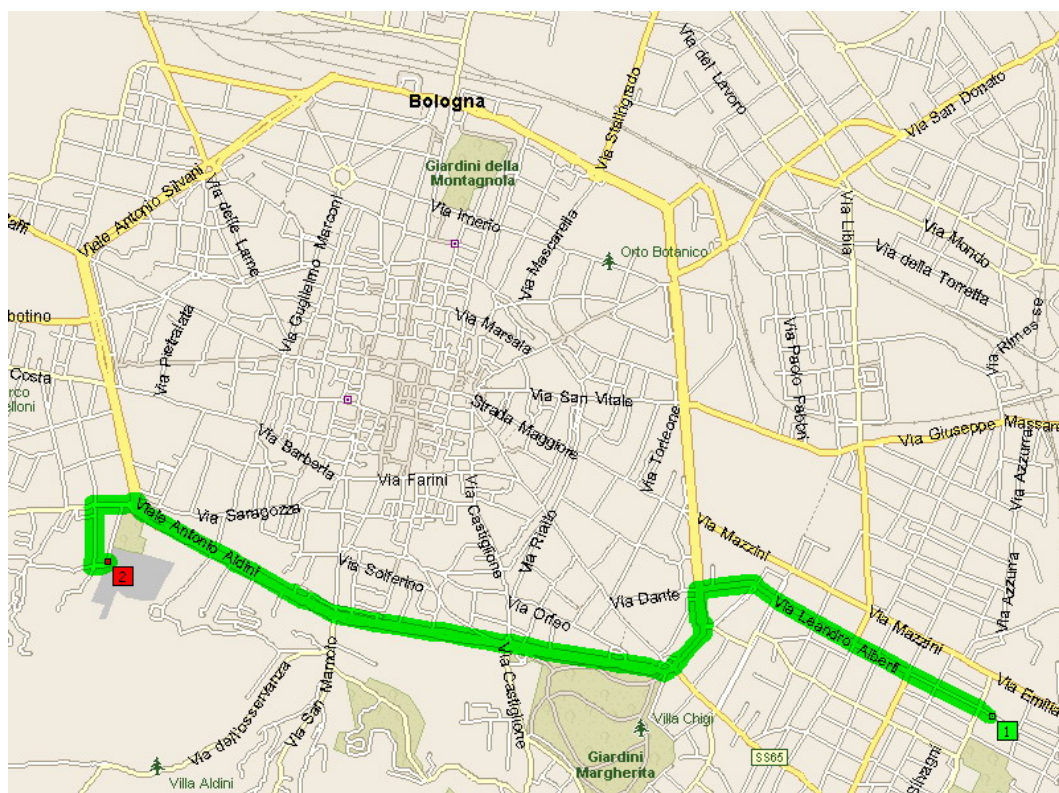



Figura 92: Tragitto abitazione-Facoltà di Ingegneria

Questi valori si otterrebbero, in teoria, in assenza di altri veicoli con una v_{media} = 50 km/h, massima consentita dal codice della strada, e occorrerebbero **4’ 48”** per entrambi i veicoli.

Trasformando i valori in funzione del tempo otteniamo:

<u>per l’auto</u>

- 0.83 g/min di CO
- 0.08 g/min di HC
- 0.07 g/min di NO_x

<u>per lo scooter</u>

- 1.67 g/min di CO
- 0.25 g/min di HC
- 0.13 g/min di NO_x

Figura 93: Tragitto da casa all'Università

In realtà, misurando il tempo di percorrenza, nello stesso giorno settimanale (martedì) e allo stesso orario (8:30 a.m.), con i due diversi veicoli abbiamo cronometrato:

per l'auto: 19 min + 6 min per cercare il parcheggio per un totale di **25 minuti.**

$$v_{media} = \frac{4km}{19'} = 12.63km/h \qquad v_{media+parcheggio} = \frac{4km}{25'} = 9.60km/h$$

- 20.83 g di CO
- 2.08 g di HC
- 1.67 g di NO_x

per lo scooter: **8 minuti**

$$v_{media} = \frac{4km}{8'} = 30km/h$$

- 13.33 g di CO
- 2.00 g di HC
- 1.00 g di NO_x

Riportando i valori come all'origine in funzione della distanza otteniamo:

<u>per l'auto</u>

- 5.21 g/km di CO
- 0.52 g/km di HC
- 0.42 g/km di NO_x

<u>per lo scooter</u>

- 3.33 g/km di CO — inferiore del **36%**
- 0.50 g/km di HC — inferiore del **4%**
- 0.25 g/km di NO_x — inferiore del **40%**

Quindi considerando una situazione di circolazione abituale, "nel traffico", durante un giorno settimanale, la mattina quando ognuno si reca sul posto di lavoro o a scuola, **i motocicli emettono fino al 40% in meno di sostanze inquinanti.**

7.4.3 Inquinamento acustico

Contrariamente alla percezione generale, i motocicli e i ciclomotori non possono essere considerati particolarmente rumorosi.

Il rumore principale prodotto dalle autovetture è dovuto ai pneumatici. Il rumore aumenta parallelamente all'aumentare della velocità, mentre il motore e la trasmissione sono meno facilmente avvertibili poiché sono efficacemente isolati. Per quel che riguarda i motocicli e ciclomotori, però, il rumore è prodotto prevalentemente dal motore e dalla trasmissione, mentre il rumore prodotto dai pneumatici ha un ruolo meno significativo.

Il fatto che un motocicli e ciclomotori venga percepito come rumoroso è principalmente dovuto al suo elevato potenziale acustico quando accelera bruscamente in un ambiente silenzioso. Questo è il motivo per cui il disturbo prodotto dal rumore dei motocicli e ciclomotori viene generalmente associato a singoli eventi e a picchi del livello di rumorosità. Questi ultimi dipendono principalmente dai comportamenti di guida, come ad esempio gli alti regimi del motore. Spesso il fastidio deriva da veicoli equipaggiati con dispositivi di scarico illegali É stato stimato che il 35% dei motocicli e il 65% dei ciclomotori sono equipaggiati con dispositivi di scarico illegali. La maggior parte di questi dispositivi produce 10-15 dB(A) oltre i limiti consentiti. Se venissero assunti provvedimenti efficaci, come i controlli di polizia, contro i dispositivi di scarico illegali, si potrebbe ottenere, in tempi molto brevi, una considerevole riduzione del livello di rumorosità.

Le principali cause dell'inquinamento acustico dei veicoli sono:

- il rumore del motore
- il rumore di rotolamento dei pneumatici sull'asfalto

quindi si può dedurre che un motociclo influisce in maniera minore perché

- ha un motore di cilindrata molto più piccola
- il motore è meno "sfruttato" perché avendo i veicoli a due ruote una massa largamente inferiore, deve vincere inerzie minori in accelerazione
- avendo una velocità media più alta rispetto alle autovetture, a parità di percorso rimane meno tempo "sulla strada"

- per questa sua "fluidità" nel traffico, subisce meno "stop and go" per cui lavora a regimi più regolari e meno inquinanti
- ha 2 ruote piccole invece di 4

7.4.4 Congestione della circolazione

I veicoli, per recarsi al lavoro la mattina, vengono utilizzati normalmente con una media di 1,2 persone, ma mentre nei motocicli equivale al 60% della capacità, nelle autovetture è pari al 24%, quindi occupano molto più spazio, intensificando il traffico e "allungando" le file ai semafori. Questo a discapito non solo degli altri utenti privati, ma anche di quelli pubblici nelle strade dove non sono previste corsie riservate.
Quindi uno dei principali argomenti a favore dei motocicli e ciclomotori è la loro capacità di ridurre la congestione del traffico, essendo mezzi meno ingombranti delle automobili e più scorrevoli. Ne consegue che il passaggio dalle automobili ai veicoli a due ruote è destinato ad aumentare la capacità della rete stradale.
La via più consueta è quella di incoraggiare gli utenti della strada ad utilizzare i mezzi di trasporto pubblici, la bicicletta o andare a piedi. Tuttavia questo tipo di soluzione può essere integrata dall'utilizzo, come mezzo alternativo, dei veicoli a motore a due ruote, per quegli utenti che hanno l'esigenza di preservare la propria mobilità personale e la propria flessibilità, riducendo al tempo stesso la congestione del traffico sulle strade.
(9 auto, in fila al semaforo occupano minimo 45 metri, mentre le moto al massimo invadono 8 metri, quasi **6 volte inferiore**)

7.4.5 Parcheggi

Il maggior ingombro della carrozzeria delle autovetture influisce anche sullo spazio dei parcheggi, infatti, nei parcheggio in linea

- stalli di sosta “auto” = larghezza m 2,00÷2,50 x lunghezza m 4,50÷5,00
- stalli di sosta “moto” = profondità m. 2,00÷2,50 x larghezza m. 1,00

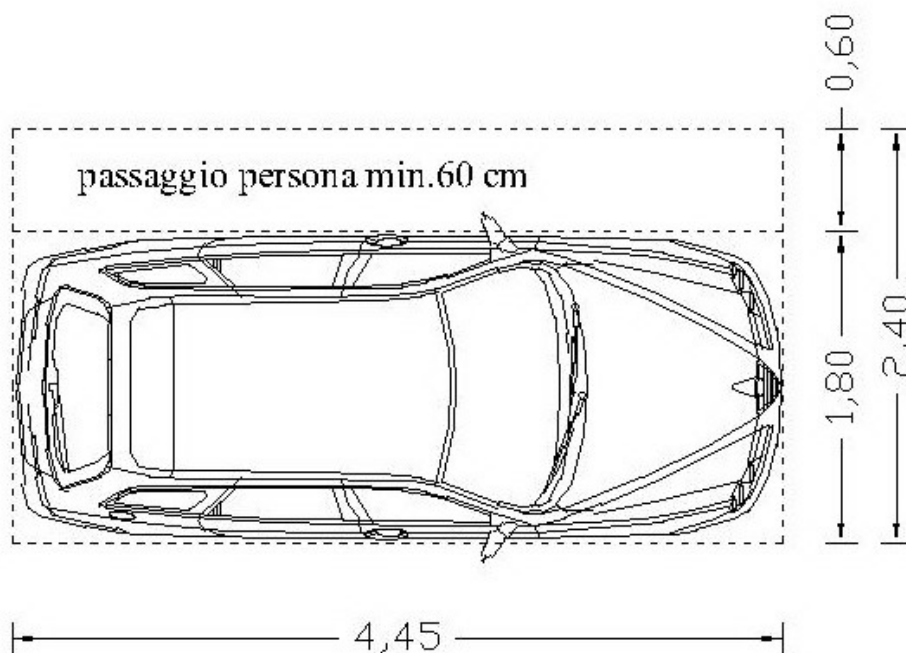



Figura 94 ingombro minimo autovettura

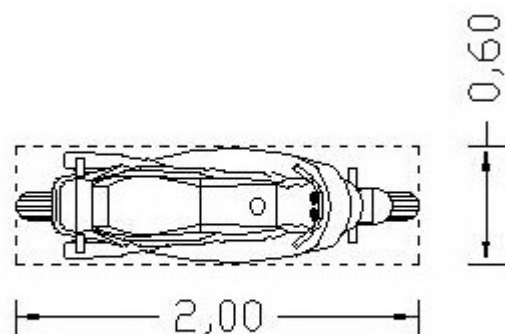



Figura 95: ingombro minimo motociclo

quindi un posto auto in media di 12,50 m2 è 5 volte superiore a quello dedicato ai motocicli di 2,5 m^2.
Attraverso la circolare prot. n. P713/4108 del 25 luglio 2000 vengono fornite le indicazioni per la progettazione dell'autorimesse.
Essenzialmente si prevede, per i veicoli a due ruote, una superficie specifica di parcheggio pari a 2,5 m^2si ritiene, pertanto, ammissibile l'introduzione di un parametro di equivalenza tra autoveicoli e motocicli o ciclomotori nella misura di 1 a 4.

7.4.6 Costo sociale

Il costo totale degli incidenti in tutta Europa rappresenta il 2% del PNL.
Ogni anno il costo sociale degli incidenti stradali e autostradali in Italia, secondo il Censis, è di circa 37 mila miliardi di lire. Una cifra che, con l'introduzione di politiche più rigide di controllo del traffico, potrebbe scendere - sostiene sempre il Censis - a 31 mila miliardi nel 2010 e a 28 mila nel 2020
(Grafico 42: Costo sociale Motocicli, Grafico 43: Costo sociale ciclomotori)

7.5 INTERPRETAZIONE

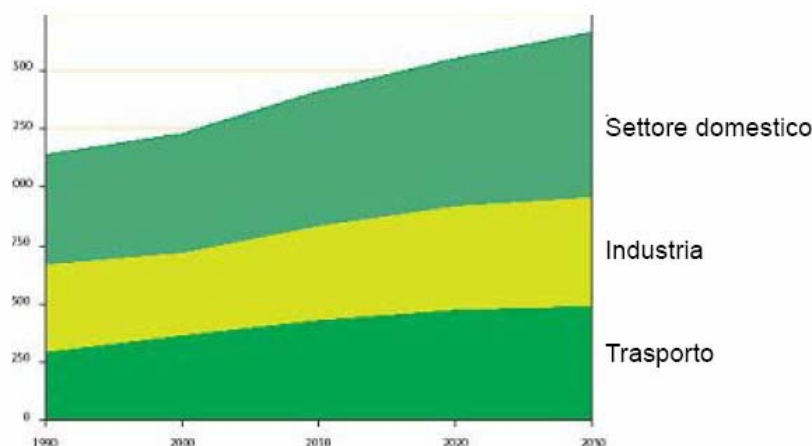
E’ evidente che una moto ha un impatto minore di un’auto sull’ambiente:

- minor materie prime ed energia per produrlo e distribuirlo
- minor oneri di manutenzione e per i consumi
- minor emissioni ad effetto serra
- minor emissioni dannose per la qualità dell’aria
- minor congestione del traffico
- più indipendenza
- minor ingombro nei parcheggi
- minor rumore
- maggior costo sociale

l’unito impatto sfavore è il costo sociale che è l’impatto più grave. ma è anche su cui possiamo intervenire, attraverso il miglioramento delle infrastrutture.

Gli atti a migliorare la sicurezza dei motociclisti se incentiveranno l’uso del mezzo a due ruote avranno anche il beneficio il merito di diminuire la percentuale di consumo di energia e di inquinamento attribuibile al settore trasporti

L’importanza dei trasporti in relazione all’uso dell’energia è illustrato nel Grafico 51. I trasporti sono una delle principali forme di consumo energetico e in futuro la percentuale di consumo energetico riconducibile ai trasporti crescerà rispetto a quella del settore industriale. Se si considera il consumo di petrolio, l’incidenza dei trasporti risulta ancora maggiore ed è il fattore determinante nella dipendenza dell’UE dalle fonti di energia importate.

Grafico 51: Consumo di energia in milioni di tonnellate UE-30

8 CONCLUSIONI

8.1 RISULTATI

I veicoli a motore a due ruote stanno rapidamente diventando una parte rilevante ed integrata del sistema di trasporto europeo. Essi vengono principalmente utilizzati nell'ambito della cosiddetta "mobilità urbana". I motocicli e ciclomotori offrono ai propri utenti una grande opportunità, quella cioè di fare un uso migliore del sistema stradale. In molti casi, essi rappresentano un efficiente mezzo di trasporto. Sono flessibili, hanno dimensioni ridotte, sono più veloci delle automobili nel traffico congestionato e sono facili da parcheggiare. Oltre a ciò, consentono un facile accesso a città e strade affollate. Nonostante queste caratteristiche positive anche i motocicli e ciclomotori presentano alcuni inconvenienti. Il numero di incidenti che li vedono coinvolti è fonte di grande preoccupazione per le autorità. In alcuni casi l'errore umano costituisce la causa primaria dell'incidente. Nonostante ciò un elevato numero di incidenti è provocato dai difetti delle infrastrutture. Spesso il motociclista rimane ferito o addirittura ucciso a causa dei pericoli presenti talvolta nella sede stradale o ai suoi bordi.

Provato che i mezzi motorizzati a due ruote hanno un "impatto ambientale" minore rispetto alle autovetture - sicuramente nel loro ciclo di vita produttivo ("*dalla culla alla tomba*"), ma anche durante il ciclo di vita riferito all'uso del mezzo da parte dell'utente - migliorando l'unico ma rilevante "impattante sociale" che sono le vittime e i feriti causati, si può pensare al veicolo a due ruote nella funzione di sostituto dell'auto come sistema di trasporto urbano più rapido e meno inquinante e mezzo alternativo ai mezzi di trasporto pubblico per quegli utenti che necessitano di autonomia e maggior flessibilità di spostamento.
Dal maggior circolazione di veicoli a due ruote in sostituzione delle autovetture ne deriverebbe: un minor inquinamento dell'ambiente (minor gas ad effetto serra); un minor inquinamento "per le persone" (miglioramento della qualità dell'aria in relazione ai gas nocivi all'organismo umano); un minor ingombro nella circolazione (traffico più scorrevole e meno congestionato non solo per i mezzi privati ma anche per quelli pubblici come bus e taxi) e conseguente minor tempo

per recarsi al posto di lavoro o di studio; minor ingombro nei parcheggi (rapporto 1/5, quindi posti 5 volte superiori) e il derivante minor tempo perso per trovarlo;
infine diminuzione del numero di autovetture in circolazione, intese come probabili oggetti impattanti negli incidenti (infatti il 60% degli scontri dei motocicli e ciclomotori avvengono contro le autovetture, come riportato nel

Grafico 17: Partner di collisione del veicoli a due ruote e nella

Tabella 63 – Tipo di incidenti divisi per categoria di veicolo - Anno 2006), diminuzione che produrrebbe meno incidenti tra auto-moto, quelli che in area urbana hanno conseguenza maggiori e più gravi per i motociclisti e i ciclomotoristi.

8.2 INNOVAZIONI TECNOLOGICHE

8.2.1 Mp3 ibrido

L'Italia non al passo coi tempi con l’Europa per quanto riguarda l’incidentalità e le attuazioni normative, nel confronto con quelli che potrebbero sembrare inattaccabili giganti dell'industria mondiale dei veicoli, è all’avanguardia.

Figura 96: Piaggio Mp3 HyS

Mobilità urbana e rispetto dell'ambiente. Un tema molto dibattuto, al quale il gruppo Piaggio ha deciso di fornire un contributo concreto presentando la propria futuristica interpretazione di scooter ibrido. Si tratta dell' **MP3 HyS**, primo scooter ibrido del mondo (con motore a combustione interna quattro tempi, affiancato da batterie e da un motore elettrico).
Mentre nell'auto si parla tanto di sistemi ibridi "plug-in", capaci cioè di ricaricare le batterie di bordo grazie al funzionamento in moto del veicolo, ma anche di permettere la ricarica da una normale presa di corrente elettrica esterna e di far andare il mezzo per alcuni chilometri in modalità soltanto elettrica, quindi senza emissioni allo scarico, in Italia la Piaggio ha già confermato l'arrivo sul mercato per la seconda metà del 2008 del suo rivoluzionario scooter a tre ruote MP3 dotato di questa tecnologia.
Lo sviluppo del sistema ibrido è infatti il frutto di una collaborazione tra la Piaggio e la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Pisa
L'MP3 HyS: sarà inoltre anche il primo veicolo ibrido ad utilizzare **batterie al litio**, cioè a portare su strada la tecnologia degli accumulatori oggi utilizzati per i telefonini e per l'elettronica più avanzata.
L'MP3 HyS ibrido arriva a percorrere 60 chilometri con un litro di benzina ed emette **40 g/km di CO_2** in un ciclo di funzionamento composto al 65% di guida in **funzione ibrida** (motore a combustione interna acceso ed aiutato dalla parte elettrica) ed al 35% in funzione soltanto elettrica, (motore a scoppio spento, trazione totalmente elettrica ed alimentazione dalle batterie) attivabile con la semplice rotazione di un selettore sul manubrio Se poi si posiziona il selettore sulla modalità elettrica piena, l'autonomia è di ben 20 km grazie all'ottimizzazione delle batterie al litio, e le emissioni ovviamente si azzerano.
Quindi ai benefici precedentemente esposti che tutti gli scooter abbiamo detto di avere rispetto alle autovetture e i mezzi pubblici (congestione, autonomia, flessibilità inquinamento parcheggio), l'Mp3 ibrido, unisce l'aumento di sicurezza dovuto alla presenza delle due ruote anteriori (maggior aderenza soprattutto in curva dove i motocicli hanno carenza, come dimostrano i dati sull'incidentalità) e abbassamento o meglio azzeramento delle emissioni inquinanti nocive.

9 INDICI

9.1 INDICE DELLE TABELLE

9.2 INDICE DEI GRAFICI

9.3 INDICE DELLE FIGURE

10 RIFERIMENTI

10.1 BIBLIOGRAFIA

- AA. VV. GPS, a cura dell'Istituto di Topografia, Geodesia e Geofisica Mineraria della Facoltà d'Ingegneria dell'Università degli Studi di Bologna, A.A. 1999/2000.

- Achille C., Brumana R., Fregonese L., Monti C., Savi C. Precisione metrica del Laser Scanning in architettura a confronto con altre metodologie e modellabilità del dato. La basilica di San Lorenzo a Milano, Atti della 5° Conferenza Nazionale ASITA, Rimini, 9-12 ottobre 2001.

- Aljanahi A.A.M., Rhodes A.H., Metcalfe A.V., Speed, speed limits and road traffic accidents under free flow conditions. Accident Analysis & Prev., Vol. 31, n.1-2, pp. 161 – 168, 1999.

- Amodeo R., A. Cefalo, Manzoni G., Roberti R. Metodi attuali di rilievo per il Catasto Stradale, Le strade – n.2 - 1994.

- Andreassen D. Population and Registered Vehicle Data Vs. Road Deaths, Accident Analysis & Prevention, Vol. 23, n.5, pp. 343-351, 1991.

- Autostrade S.p.A. Norme Tecniche di Appalto: Costruzione e manutenzione delle pavimentazioni - 1998.

- Bellina P., Zavatteri F., Dovadola M. Catasto strade informatico per la Provincia di Genova, Le strade – n.7/8 - 1999.

- Bérard R., Roussel J.C. Incidence des caractéristiques géométriques d'une autoroute sur l'accidentogénie, Revue Générale des Routes RGRA, N.760, mars 1998.

- Bezoari G., Monti C., Selvin A. Fondamenti di rilevamento generale, ed. Hoepli - Milano, 1990.

- Bitelli G., Dondi G. L'impiego delle tecniche di rilievo GPS nella realizzazione del Catasto Strade, Collana di Ingegneria delle Infrastrutture Viarie n.2, supplemento n.1 "Infrastrutture e Territorio", Maggio 1996.

- Bordin M., Rossi S., Salvatori E. Rilievo automatizzato delle caratteristiche geometriche e funzionali della strada per la costituzione del Catasto stradale, Atti del XXII Convegno Nazionale Stradale - Perugia, Giugno-Luglio 1994.

- Brundell F., Ekman K. L. Flow and Safety, Proceedings of the 70th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, 1991.

- Bucchi A., Chinni M., Dondi G. Introduzione alla manutenzione programmata delle strade, Ingegneri Architetti Costruttori – Marzo 1995.

- Ceder A., Livneh M. Further Evaluation Of The Relationships Between Road Accidents and Average Daily Traffic, Accident Analysis & Prev., Vol. 10, pp. 95-109, 1978.

- Ceder A., Livneh M. Relationship Between Road Accidents And Hourly Traffic Flow, Accident Analysis & Prev., Vol. 14, n.1, 1982.

- Cesari G.. Manutenzione e sicurezza delle strade in Provincia di Bologna, Le strade – n.6 - 2002.

- Cleveland D.E., Kostyniuk L.P., Ting K.L. Design And Safety On Moderate Volume Two-lane Roads, Transportation Research Record, 1026, pp. 51-61, 1985.

- Commissione Europea (2001), La politica europea dei trasporti fino al 2010: Il momento delle scelte;

- Commissione Europea (2001), Libro Bianco sulla Politica europea dei trasporti (2003-2010);

- Commissione Europea (2004), SafetyNet Project: Building the European Road Safety Observatory;

- Conferenza Europea dei ministri dei trasporti - Cemt, (2005), Dati preliminari sulla sicurezza stradale in Europa nel 2004;

- D.L. 30 aprile 1992, n.285, Nuovo Codice della Strada, G.U. del 18/05/1992;

- D.M.LL.PP. 1 giugno 2001, Modalità di istituzione ed aggiornamento del Catasto delle strade ai sensi dell’art. 13, comma 6, del D.L. 30 aprile 1992 n.285, e successive modificazioni, G.U. del 7 gennaio 2002.

- D.P.R. 16 dicembre 1992, n.495, Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della Strada, suppl. ord. G.U. del 28/12/1992, n.303.

- Dias J. (2005), Motorcycle Accident Investigation Motorcycle Accident Investigation;

- Dipartimento dei Trasporti australiano (2000), Motorcycle and Safety Barrier Crash-Testing: Feasibility Study;
- Dipartimento dei Trasporti del Regno Unito (2001), Road Safety Research Report;
- Dipartimento dei Trasporti del Regno Unito (2001), Watch out for motorcyclists;
- Dipartimento dei Trasporti del Regno Unito (2004), In depht study of motorcycle accidents;
- Dipartimento dei Trasporti del Regno Unito (2004), The Future of Transport - a network for 2030;
- Dipartimento dei Trasporti del Regno Unito (2004), Transport Statistic Bulletin;
- Dipartimento dei Trasporti del Regno Unito (2005), The Government’s Motorcycling Strategy;
- Dipartimento dei Trasporti Usa (2004), Lives Saved by the Federal Motor Vehicle Safety Standards and Other Vehicle Safety Technologies, 1960-2002;
- Dondi G., Bonini A. Un sistema informativo nella gestione della manutenzione stradale, Atti del XXIII Convegno Nazionale Stradale - Verona, 18-21 Maggio, pag. 35 - 45.
- Dondi G., Bonini A., Marchi A. Tecniche di gestione informatizzata delle infrastrutture viarie, Atti del Convegno Nazionale "La sicurezza stradale, strategie e strumenti dell’ingegneria delle infrastrutture viarie"- Pisa – 29/30 Ottobre 1997.
- Dondi G., Marinelli M., Vignali V. Scanner Laser una tecnica di rilievo per sistemi informativi stradali, Le Strade – n.7/8 - Luglio/Agosto 2003.
- Ekman L. 1996, On the treatment of flow in traffic safety analysis: A non-parametric approach applied on vulnerable road users. Bulletin 136 (Sweden: University of Lund, Lund Institute of Technology, Department of Traffic Planning and Engineering). p. 22.
- Fazio J., Tiwari G. 1995, Non motorized-motorized traffic accidents and conflicts on Delhi Streets. Transport Research Record, 1487, 1995, pp. 68–74.

- Federation of european motorcyclists associations - Fema, (2000), Final report of the Motorcyclists & Crash Barriers Project;

- Fema (2004), European agenda for motorcycle safety - Eams;

- Fema (2005), The road to success: improving motorcyclists' safety by improving crash barriers;

- Foundation for scientific and industrial research at the Norwegian Institute of technology – SINTEF, (2002), Driver Behaviour Model as Base for Development and Evaluation of Efficient Traffic Safety Measures.

- Goubert L. (2005), The contribution of road surfacing, estratto del I° Forum workshop sulla sicurezza delle infrastrutture, Bruxelles;

- Grancini L., Burchi A., Marchi A., Olivucci S. Progetto per la definizione delle specifiche della struttura informatica di base del catasto stradale della regione Lombardia - Regione Lombardia, Infrastrutture e Mobilità - Dicembre 2000 (formato elettronico).

- Hall J.W., Pendleton O.J. Rural Accident Rate Variation With Traffic Volume, Transportation Research Record 1281, TRB, NRC, Washington, DC, pp. 62-70, 1990.

- Harper N.J., Dunn R.C.M. Accident prediction at Urban Roundabouts in New Zealand-Some initial results. Proceedings 26th Australian Research Forum, Wellington, New Zealand, 1-3 October 2003.

- Hauer E. Empirical Bayes Approach To The Estimation Of "Unsafety"; The Multivariate Regression Method. Accident Analysis & Prev., Vol. 24, n.5, pp. 457 – 477, 1992.

- Hauer E., Terry D., Griffith M.S. The Effect Of Resurfacing On The Safety Of Rural Roads In New York State. Paper 940541 presented at the 73rd Annual Meeting of The Transportation Research Board, Washington, D.C., 1994.

- IASPIS, Progetto di ricerca, Cofinanziamento Murst. Interazione ambiente-sicurezza nel progetto delle infrastrutture stradali – 1998.

- INMOTO, periodico Febbraio 2008

- Istat, nota metodologica, 2006

- Istat, Statistica degli incidenti stradali, 2006

- Jovanis P.P., Chang H-L. Modelling The Relationship Of Accidents To Miles Travelled, Transportation Research Record 1068, Washington, DC, pp. 42-51, 1987.
- Jovanis P.P., Chang H-L. Modelling The Relationship Of Accidents To Miles Travelled, Transportation Research Record 1068, Washington D.C., pp. 42-51, 1987.
- Kihlberg J.K., Tharp K.J. Accident Rates As Related To Design Elements Of Rural Highways, National Cooperative Highway Research Program Report, 47, Highway Research Board, 1968.

- Koch H., Brendicke R. (1988), Motorcycle Accidents with guardrails;

- Krauss K. Fotogrammetria, Teoria e Applicazioni, ed. Libreria Universitaria Levrotto & Bella - Torino 1994.

- Kulmala R. 1995, Safety at rural three and four arm junctions: Development and application of accident prediction models, Technical Research Centre Of Finland, Vuorimiehentie (Finland) 1995.

- Leutzbach W., Siegener W., Wiedemann R. Uber den Zusammenhang Zwischen Verkehrsunfallen Und Verkehrsbelastung Auf Einem deutschen Autobahnabschnitt (About the Relationship between Traffic Accidents and Traffic Flow on a Section of a German Freeway), Accident Analysis & Prev., Vol. 2, pp. 93-102, 1970.

- Lingua A., Rinaudo F. Valutazione della qualità metrica dei dati acquisiti mediante laser scanner terrestre, Atti della 5° Conferenza Nazionale ASITA - Rimini, 9/12 ottobre 2001.

- Lundy R.A. Effect Of Traffic Volumes And Number Of Lanes On Freeway Accident Rates, Highway Research Record 99, HRB, National Research Council, Washington, D.C., pp. 138-147, 1965.

- Mahalel D. A Note on Accident Risk, Transportation Research Record, 1068, National Research Council, Washington DC, pp. 85-89, 1986.

- Mansilla A. (2005), Passive safety devices: state of European research;

- Manzoni G., Cefalo R., Fonzari S. I metodi di impiego dei segnali satellitari GPS per il posizionamento dei veicoli nel rilievo di strade, Le strade – n.2 - 1994.

- Manzoni G., Romagnoli C. Confronto delle traiettorie rilevate con GPS e INS, Le strade – n.2 - 1994.

- Menci D., Cabrucci A. Fotogrammetria digitale e scansione laser similitudini e differenze: la nostra esperienza, Atti della 5° Conferenza Nazionale ASITA - Rimini, 9/12 ottobre 2001.

- Miaou S.P. Measuring the goodness-of-fit of accident prediction models, Publication n° FHWA-RD-95-DRAFT, US Department of Transportation, Federal Highway Administration, 1995.

- Miaou S.P., Lu A., Lum H.S. Pitfalls of Using R2 To Evaluate Goodness of Fit of Accident Prediction Models, Transportation Research Record 1542, TRB, National Research Council, Washington D. C., pp. 6-13, 1996.

- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale, Circolare n.3699 del 8 giugno 2001, Linee Guida per le Analisi di Sicurezza delle Strade.

- Ministero Infrastrutture dei trasporti. Circolare sulle linee guida per le analisi di sicurezza delle strade – 8 giugno 2001.

- Mussumecci G. DGPS cinematico integrato con videoriprese per il collaudo della segnaletica orizzontale e la restituzione della linea d’asse, Atti del X Convegno S.I.I.V. - Catania, 26/28 ottobre 2000.

- Ng J.C., Hauer E. Accidents on Rural Two-Lane Roads: Differences Between Seven States, Transportation Research Record, 1238, pp. 1-9, 1989.

- Norwegian Public Roads Administration (2004), MC Safety: Design and Operation of Roads and Traffic Systems;

- OECD Road Transport Research. Road Safety Principles and Models. OECD, Paris, 1997.

- Pau M. (2000), Do speed bumps really decrease traffic speed? An Italian experience, in “Accident Analysis and Prevention”;

- Pau M. (2002), Speed Bumps May Induce Improper Drivers’ Behavior: Case Study in Italy, in “Accident Analysis and Prevention”;

- Perlot A. (2005), The motorcyclists’ agenda for road safety;

- Persaud B., Dzbik L. Accident Prediction Models For Freeways, Transportation Research Record 1401, TRB, NRC, Washington DC, pp. 55-60, 1993.

- Pfundt K. Comparative Studies Of Accidents On Rural Roads, Strassenbau und Strassenverkehrstechnik, Vol. 82, Federal Ministry Of Transport, Bonn, 1969.

- Pfundt K. Three Difficulties In The Comparison Of Accident Rates, Accident Analysis & Prevention, Vol. 1, pp. 253-259, 1969.

- Preusser D.F., Williams A.F., Ulmer R.G. Analysis of fatal motorcycle crashes: crash typing, Accident Analysis & Prevention, Vol. 27, n.6, pp. 845-851, 1995.

- Provincia di Bologna. Proposta di progetto per i programmi di sviluppo telematico locale - 2002.

- Provincia di Cremona - Area dipartimento servizi territoriali e della viabilità - settore X - viabilità e manutenzione strade, Rilevamento e raccolta dati relativi alla rete stradale e provinciale per la realizzazione del catasto stradale - Capitolato Speciale d'Appalto – 2000.

- Provincia di Venezia. Capitolato speciale d'appalto per l'acquisizione delle informazioni relative alle caratteristiche strutturali/funzionali delle pavimentazioni stradali e la definizione di un programma di interventi manutentivi - 2001.

- QUATTRORUOTE: periodico n° 622, Agosto 2007, Editoriale Domus

- Quaye K., Leden L., Hauer E. Pedestrian Accidents And Left-turning Traffic At Signalized Intersections. AAA foundation for Traffic Safety, Washington DC, 1993.

- Quddus M.A., Noland R.B., Chin H.C. An analysis of motorcycle injury and vehicle damage severity using ordered probit models. Journal of Safety Research 33 (4), pp. 445-462. 2002.

- Regione Emilia Romagna - Assessorato mobilità e trasporti. Linee guida catasto strade regionale, Versione Definitiva - 2002.

- Regione Veneto (2005), Manuale tecnico operativo per la progettazione e costruzione delle strade;

- Satterthwaite S.P. A Survey into Relationships between Traffic Accidents and Traffic Volumes, Transport and Road Research Laboratory Supplementary Report, SR 692, p. 41, 1981.

- Schmitz P. (2005), Road Safety and Motorcycling;

- Setra-Certu (2000), Prise en compte des motocyclistes dans l'aménagement et la gestion des infrastructures.

- Setra-Cstr (1999), Glissieres metalliques et securite des motocyclistes;
- Simone A. Analisi della sicurezza stradale mediante sistemi informativi ed algoritmi fuzzy, Tesi di dottorato di ricerca in Ingegneria dei Trasporti, XI ciclo, Università degli Studi di Bologna, Novembre 1998, Nota Tecnica n.20, DISTART, Università di Bologna, Novembre 1998.
- Simone A. La sicurezza in ambito urbano: effetti del grado di congestione sul tasso di incidentalità delle intersezioni, Atti del VI Convegno SIDT "Protezione e Regolamentazione del traffico nei centri storici e delle località turistiche", Bologna, 12-13 Giugno 1997, Nota Tecnica n.9, DISTART, Università di Bologna, Giugno 1997.
- Stefan C., Höglinger S., Machata K. (2003), Motorcycle accidents;
- Thorson O. Traffic Accidents And Road Layout, Copenhagen Technical University of Denmark, 1967.
- Tiwari G., Mohan D., Fazio J. 1998, Conflict Analysis for prediction fatal crash locations in mixed traffic streams, Accident Analysis and Prevention, Vol.30, n.2, pp. 207–215.

10.2 SITOGRAFIA

- A.I.F.V.S. Associazione italiana familiari e vittime della strada onlus - http://www.vittimestrada.org/
- Accademia della crusca: Accademia che si occupa dello studio lessicografico, e negli ultimi decenni, sviluppa anche una consistente attività di ricerca e di consulenza intorno all'italiano - http://www.accademiadellacrusca.it
- Acem: Associazione Europea Costruttori Motocicli – http://www.acem.eu
- aci: Aumobile Club d'Italia – http://www.aci.it
- altroconsumo; Associazione difesa e tutela consumatori – http://www.altroconsumo.it
- AMI Associazione motociclisti incolumi – http://www.motociclisti-incolumi.com/
- ancma: Associazione Nazionale Ciclo Motociclo Accessori riunisce le aziende italiane costruttrici di veicoli a 2 e a 3 ruote, e di parti ed accessori – http://www.ancma.it
- ania: Associazione Nazionale fra le Imprese Assicuratrici. – http://www.ania.it
- arpa: Agenzia ambientale della Regione Emilia Romagna – http://www.arpa.emr.it
- ASAPS Associazione sostenitori amici polizia stradale – http://www.asaps.it/
- CARE Banca dati sull'incidentalità stradale della Commissione Europea - http://ec.europa.eu/index_it.htm
- Centro studi 3M per la sicurezza stradale: http://www.ufficiostrade.net/
- City parking in europe: Progetto dell'Unione Europea con la partecipazione di 9 diverse città e regioni di tutta Europa e impegnate a discutere, analizzare e valutare alternative sui problemi dei parcheggi in città - http://www.city-parking-in-europe.net/
- Comune di Bologna - http://www.comune.bologna.it/
- Coordinamento motociclisti: Associazione no-profit nata a Roma nel 1991 e diffusa in tutta Italia - http://www.cmfem.it/

- De Mauro il dizionario della lingua italiana - http://www.demauroparavia.it/
- ECMT Conferenza europea dei Ministri dei Trasporti: CEMT - http://www.cemt.org/
- ENEA Centro ricerche Bologna: Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente - http://www.bologna.enea.it/
- Eni: impresa integrata nell'energia, impegnata a crescere nell'attività di ricerca, produzione, trasporto, trasformazione e commercializzazione del petrolio e del gas naturale - http://www.eni.it/
- eur-Lex: Sito per l'accesso diretto e gratuito al diritto dell'Unione europea. Il sistema consente la consultazione della Gazzetta ufficiale dell'Unione europea - http://eur-lex.europa.eu/
- Fema: Federazione europea delle associazioni motociclistiche – http://www.fema.ridersrights.org/
- FIM: Federation internationale de mocyclisme – http://www.fim.ch/
- FMI: Federazione Italiana Motocicli - http://www.federmoto.it/
- ISO: Organizzazione Internazionale per la Standardizzazione - http://www.iso.org/iso/home.htm
- Istat: L'Istituto nazionale di statistica è un ente di ricerca pubblico - http://www.istat.it/istat/
- La Repubblica: quotidiano - http://www.repubblica.it/
- MAIDS: Motorcycle accidents in-depht study Studio approfondito degli incidenti dei Powered Two-Wheelers (PTWs) in Europa – http://www.maids.acebike.org
- Metanoauto.com: Comunità italiana del metano per auto - http://www.metanoauto.com/
- Ministero dei lavori pubblici - http://www.infrastrutturetrasporti.it/
- Ministero dei trasporti - http://www.trasporti.gov.it/
- Ministero delle Infrastrutture - http://www.infrastrutture.gov.it/
- Motocicliste: l'Associazione Italiana e Motoclub, affiliato alla Federazione Motociclistica Italiana, di donne motocicliste - http://www.motocicliste.net/

- MOTORBOX: sito di informazione su auto, moto e scooter. - http://www.motorbox.com/

- MSF Motorcycle safety foundation: Fondazione degli USA sulla sicurezza dei motociclisti – http://www.msf-usa.org/

- Provincia di Bologna - http://www.provincia.bologna.it/provbologna/index.jsp

- Sicurstrada: Centro europeo della prevenzione, della sicurezza in e per la strada - http://www.sicurstrada.it/

- SIM Safety in motion:European Co-funded project within 6th Framework Program - http://www.sim-eu.org

- TRAFFICLAB Studio del Traffico e della sicurezza Stradale: laboratorio di analisi e raccolta di documenti sulla sicurezza stradale, ingegneria del traffico, ambiente ed altre tematiche inerenti i trasporti. - http://www.trafficlab.eu/

- UE: Unione Europea - http://europa.eu/index_it.htm

- UNI - Ente nazionale italiano di unificazione - http://www.uni.com/it/

- VESPA: sito della Piaggio dedicato al marchio Vespa - http://www.it.vespa.com/it

- Vivere su strade sicure: Associazione familiari vittime per una strada che non c'è http://www.vivisustrada.it/